

L'INDUSTRIE DU VERRE

ET LES POSSIBILITÉS DE SON INTRODUCTION EN ÉGYPTE



Flacon en pâte de verre
portant le nom de Thotmès III
(British Museum)

THÈSE

présentée à la Faculté de droit de l'Université
de Neuchâtel (Section des Sciences commerciales
et économiques) pour obtenir le grade de Docteur
ès sciences commerciales et économiques

Par

MAHMOUD FARID
LICENCIÉ EN SCIENCES COMMERCIALES

HEITZ & CIE

PARIS — STRASBOURG — LEIPZIG — ZURICH

1930

Thèse Neuchâtel

L'INDUSTRIE DU VERRE

ET LES POSSIBILITÉS DE SON INTRODUCTION EN ÉGYPTÉ

THÈSE

présentée à la Faculté de droit de l'Université
de Neuchâtel (Section des Sciences commerciales
et économiques) pour obtenir le grade de Docteur
ès sciences commerciales et économiques

Par

MAHMOUD FARID

LICENCIÉ EN SCIENCES COMMERCIALES

HEITZ & CIE

PARIS — STRASBOURG — LEIPZIG — ZURICH

1930

*22251



La Faculté de Droit de l'Université de Neuchâtel, Section des sciences commerciales et économiques, sur le rapport de M. le prof. P. E. Bonjour, autorise la publication de la présente thèse de M. Mahmoud Farid du Caire (Egypte); cette thèse a pour sujet: «L'industrie du verre et les possibilités de son introduction en Egypte». La Faculté ne donne ni approbation ni improbation aux opinions émises, ces opinions devant être considérés comme propres à l'auteur.

Neuchâtel, le 20 Mars 1930

Le doyen de la Faculté de Droit

F. H. Mentha

TABLE DES MATIERES

	page
AVANT-PROPOS	IX
CHAPITRE PREMIER — L'HISTOIRE DU VERRE	1
I. Découverte du verre	1
II. Découverte de la canne de verrier	7
III. Comment l'art de la verrerie fut introduit à Rome	8
IV. La concurrence entre Rome et l'Egypte	9
V. L'évolution de la verrerie à Rome et au delà	13
VI. Venise, métropole de la fabrication du verre	16
VII. Les verreries de l'Europe centrale	21
CHAPITRE II — LA SITUATION ECONOMIQUE DE L'EGYPTE	25
I. La question agraire en Egypte	25
II. La culture du coton par rapport à la situation éco- nomique de l'Egypte	36
III. Le coton et le sol	42
IV. Le préjudice du système dualiste de culture	49
V. Concurrence étrangère en coton	50
VI. Autres pays	52
VII. Concurrence dans d'autres matières premières ..	52
VIII. Augmentation de la population	53

	page
CHAPITRE III. — AMELIORATION DE LA SITUATION ECONOMIQUE DE L'EGYPTE	56
I. <i>L'industrie du tissage</i>	56
II. <i>Culture des fruits</i>	61
III. <i>La pêche</i>	61
IV. <i>Le riz</i>	62
V. <i>La maroquinerie</i>	63
VI. <i>Les cigarettes</i>	64
VII. <i>Le pétrole</i>	65
CHAPITRE IV — L'INDUSTRIE VERRIERE ACTUELLE EN EGYPT E	67
CHAPITRE V	
I. <i>L'Egypte entre le dix-neuvième et le vingtième siècle</i>	72
II. <i>La verrerie du jardin d'El-Koubbeh</i>	73
III. <i>Les temps nouveaux</i>	74
CHAPITRE VI — AUTRES RAISONS QUI PERMETTENT DE CROIRE AU SUCCES D'UNE INDUSTRIE VERRIERE EN EGYPT E	76
1. <i>L'aide du gouvernement</i>	77
2. <i>L'emplacement</i>	78
CHAPITRE VII — LA FABRICATION MODERNE DU VERRE	79
A. LA FUSION DES MATIERES PREMIERES	79
I. <i>Principes directeurs</i>	79
II. <i>La matière première et son traitement</i>	80
III. <i>Le procédé de fonte et l'aménagement des fourneaux à fusion</i>	86
IV. <i>Les fours de fusion</i>	91
B. LA FABRICATION D'OBJETS EN VERRE	95
I. et II. <i>Soufflage et moulage par pression</i>	95
III. <i>La fabrication du verre pressé et du verre plaqué (procédé des cylindres)</i>	99
IV. <i>Le verre d'art et ses spécialités</i>	104
V. <i>Le verre de couleur</i>	109

	page
VI. <i>Le verre optique</i>	112
VII. <i>Les défauts dans le verre</i>	115
VIII. <i>Le four à refroidissement</i>	125
CHAPITRE VIII — LES MACHINES A FABRIQUER LE VERRE DE LA SOCIETE OSRAM A BERLIN- SIEMENSSTADT	127
CHAPITRE IX — L'AUGMENTATION DE LA RENTABILITE D'UNE FABRIQUE DE VERRE	139
CHAPITRE X — CONDITIONS ECONOMIQUES RELATIVES A LA FONDATION D'UNE FABRIQUE DE VERRE	141
CONCLUSION	155
ANNEXE	157
TABLEAUX N° I et II	157
III, IV et V	158
VI et VII	159
VIII	160
IX, X et XI	161
XII, XIII, XIV et XV	162
XVI et XVII	163
XVIII, XIX, XX et XXI	164
XXII	165
XXIII et XXIV	167
XXIV et XXVI	168
XXVII	169
OUVRAGES CONSULTES	171
XXVIII	173
XXIX	175



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555018_0010

AVANT-PROPOS

Pour un Egyptien, il est douloureux de constater la disparition presque complète de la verrerie en Egypte. Il a été souvent affirmé que ce pays fut le berceau de l'art verrier, affirmation qui devient de plus en plus certaine. Le haut degré de culture des anciens Egyptiens a influencé particulièrement la fabrication du verre et les procédés employés aujourd'hui s'inspirent encore des méthodes de jadis.

La production des objets en verre s'est lentement décentralisé. Partout le verre a reçu un bon accueil. Il a pénétré dans les habitudes des peuples et fait même partie du langage symbolique et littéraire : « Pur comme le cristal » ; « Et comme elle a l'éclat du verre, elle en a la fragilité » ; « Mon verre n'est pas grand, mais je bois dans mon verre ». Il est devenu le fragile ami du dégustateur d'un vin généreux, le conseiller intime de coups d'œil interrogatoires et le médiateur transparent entre l'intimité de notre foyer et la vie bruyante de la rue.

Dans tous les domaines, le verre a reçu une large application et cela non sans raison. Il réunit si avantageusement et de façon si particulière les qualités que nous lui connaissons et qui font que partout le

verre peut être employé. Pour les constructions récentes et modernes à New-York, on a fait appel au verre, résistant à la fois à l'action désagrégatoire de l'eau et au poids énorme des édifices. Son emploi est multiple : des articles de ménage de toutes sortes, — des récipients de laboratoires chimiques et physiques, — des miroirs, des vitres, des accessoires d'éclairage et de l'industrie électrique, des pavés et des tuiles de verre, des traverses de rails, des baignoires et des parties de machines.

L'évolution technique a fait des progrès étonnants. Au commencement du XIXe siècle, il était impossible de fabriquer une vitre de plus de 4 m². Actuellement, on réussit aisément à en fabriquer d'une surface de 40 m². Ce progrès immense est dû avant tout à la rationalisation des procédés de fabrication, et au travail collectif et scientifique des chimistes, mathématiciens, physiciens et praticiens.

L'Égypte est un pays essentiellement agricole dans lequel l'industrie n'a jusqu'ici pénétré que lentement. Ce n'est pas seulement une question d'orgueil national, le résultat d'une idée téméraire ou avisée, d'un changement dans la structure économique du pays qui nous pousse à désirer le développement de l'industrie en Égypte. Mais c'est que l'introduction de nouvelles industries est devenue une nécessité pour notre pays.

La culture intensive du coton occupe par rapport à d'autres ressources de l'Égypte, une place trop importante, et met continuellement en danger l'équilibre économique. L'Égypte est poussée par la nature des choses dans la voie d'une industrialisation compensatrice.

Nous nous sommes proposé dans ce travail d'étudier la possibilité de l'introduction de l'industrie du verre en particulier. Elle offre une série de chances certaines de succès, telles que : l'abondance et la qualité des matières premières, la situation géographique, l'habileté de la population, les ressources en houille blanche et l'excellent réseau de communications.

CHAPITRE PREMIER

L'HISTOIRE DU VERRE

I.

Découverte du verre

Le moment exact de l'invention du verre est difficile à déterminer et remonte probablement à 4 ou 5000 ans avant J.-C. Il est dû en réalité à un accident de cuisson de briques ou de poteries, art dans lequel les Egyptiens étaient passés maîtres. A cette époque, les ouvriers des fours à briques avaient observé que, par une très haute température, de nombreux petits cristaux provoquaient de singulières lueurs. De ce moment précis, le verre fut connu. Ce sont donc les anciens potiers égyptiens qui eurent le privilège de cette découverte. Bien que le verre n'eut pas immédiatement atteint une limpidité parfaite, on l'employa aussitôt à la confection d'objets de diverses espèces. Il est avéré que les plus anciens spécimens de cet art naissant se trouvent dans les Pyramides, sur les premiers tombeaux des Pharaons (environ 4.000 ans

avant J.-Ch.) (1) sous forme de couche de verre appliquée sur la brique. On trouve dans ces Pyramides des colonnes et de petites constructions en briques recouvertes de verre. Ces pierres étaient préparées très soigneusement, et enduites d'une fine couche d'émail. (Les modèles les plus beaux et les plus intéressants de cette pierre se trouvent au Musée Royal de Berlin). Une perle, tirée d'un vieux tombeau égyptien près de Thèbes remonte, selon les avis compétents, à environ 3 ou 4.000 ans. La perle elle-même est parfaite, tant au point de vue technique qu'artistique. D'autres fouilles également ont révélé l'existence, à une époque



Grain d'un
collier royal



Légende hiéroglyphique

Fig. 1 (2).

reculée de tablettes de verre ornées de peintures plastiques. Des découvertes ultérieures ont, pour conclure définitivement à ce sujet, fixé à 5 ou 6.000 ans l'âge du verre.

Après leur découverte, les anciens Egyptiens s'efforcèrent de perfectionner la fabrication de ce

(1) 4^e roi de la première dynastie.

(2) La première ligne de cette légende est seule lisible, elle se traduit sans difficulté : La bonne déesse (c'est-à-dire la reine) *Râ-mâ-kâ aimée d'Athor*, protectrice de Thèbes. *Râ-mâ-kâ* est le prénom de la reine Hatasou, régente de Thoutmès III, qui régna dans la XVIII^e dynastie. (D'après A. Sauzay « La Verrerie », Paris 1876).

précieux auxiliaire d'une industrie nouvelle. Dans les premiers temps, l'amélioration de ce produit est due aux prêtres. Les Egyptiens réussirent bientôt à combiner un verre pur; comme on procède encore actuellement, ils préparaient d'abord la masse de laquelle ils formaient alors différents objets. La première époque de la fabrication du verre accusait déjà une heureuse impulsion progressive.

Le verre de couleur fut aussi connu de très bonne heure. On trouve dans quelques tombeaux de l'ancien temps des cercueils ornés de verre de différentes couleurs (Beni Hassan, province de Minia).

Ainsi nous voyons que 3.000 ans avant J.-C. déjà, l'industrie de verre était constituée et en plein rapport. La métropole se trouva d'abord et pour longtemps dans les environs de Thèbes, puis fut supplantée par Alexandrie qui devint plus tard la première ville du monde pour cette industrie. Les premiers vases égyptiens étaient naturellement de forme simple et sans aucun ornement. La surface du verre était partiellement aiguisée; c'est une technique qui a son parallèle dans la fabrication des anciennes armes en silex. On ne sut pas exactement, jusqu'à des temps récents, de quelle manière les Egyptiens fondaient la masse de verre et la formaient. Le procédé du soufflage n'était en tous cas pas encore connu. On est d'avis qu'un fourneau souterrain était utilisé pour la fonte, tandis que la forme se donnait à l'aide d'une baguette de métal. D'autre part, il semble que les anciens employaient aussi un moule en terre cuite. Les verriers de l'Egypte antique fabriquèrent pendant plusieurs siècles les objets suivants : des perles, des bagues, des bijoux de toutes sortes, de petites figures et des portraits sur



Fig. 2. Bague en pâte de verre
(Musée du Louvre)



Fig. 3. Oeil en pâte de verre
(Musée du Louvre)



Fig. 4. Tête de nègre en pâte de verre
(Musée du Louvre)



Fig. 5. Fragment d'un collier égyptien
(Musée du Louvre)

verre. La température relativement basse des fours d'alors empêchait naturellement de plus grandes variétés dans la composition des verres. Ce n'est que plus tard que les verriers obtinrent une chaleur plus intense. D'ailleurs le besoin d'avoir du verre ne se faisait pas sentir de façon pressante. On ne produisit pas immédiatement des objets destinés au commerce,



Fig. 6. Petit flacon en pâte de verre à stries noires

(Musée du Louvre)

mais on fabriqua d'abord, comme il a été dit plus haut, des objets d'ornement et de culte. Les procédés de fabrication étaient empruntés, dans les grandes lignes, à la poterie ainsi qu'à la métallurgie. Après la fonte, la pâte de verre était extraite des creusets soit avec une baguette de métal, soit avec des pinces, pour être ensuite pétrie. Souvent on se servait de modèles

en terre cuite sur lesquels on reproduisait l'objet désiré. Le principal procédé d'ornementation consistait à appliquer les unes à côté des autres différentes sortes de verre, art dans lequel les anciens Egyptiens excellaient. Le développement de la verrerie progressa rapidement et atteignit son apogée au XVI^e siècle avant J.-C., avec l'adjonction à l'industrie première du verre filé, de la gravure, de la polissure, et de l'aiguillage.

La façon dont le verre en couleur fut fabriqué est très discutée. Les uns prétendent que les procédés de coloration et de décoloration du verre étaient d'abord inconnus des Egyptiens. On croit plus généralement que les verriers avaient constaté très tôt que les oxydes combinés modifiaient la couleur de la matière première, mais que plus tard seulement, ils ont pu en dégager les diverses réactions afin de les appliquer à leur gré. D'autre part, il faut relever des opinions contraires qui affirment que par l'analyse chimique de verres colorés, on est arrivé à la conclusion que les couleurs ont été obtenues par l'addition de substances colorantes à la masse du verre. On doit cependant reconnaître que les verres teintés ont des couleurs d'une extrême clarté. Selon les rapports de savants égyptiens, les nuances suivantes furent connues de très bonne heure : rouge clair, rouge foncé, rose, jaune, bleu ciel, blanc, lilas, vert clair, vert foncé, vert olive et noir.

Voir les analyses d'époques différentes :

Tableaux numéros I, II, III, IV, V et VI donnés en annexe à la fin du volume. (D'après Dr. H. O. Baroudy, Le Caire, 1908.)

II.

Découverte de la canne de verrier

La découverte de la canne a produit une grande révolution dans l'industrie du verre de cette époque. L'opinion générale s'accorde à fixer au début de l'ère



Fig. 7. Verriers thébains

chrétienne l'apparition de la canne. Contrairement à cette assertion, des fouilles ont révélé l'existence de peintures sur verre remontant à 3.000 ans avant J.-C. et démontrant précisément la fabrication du verre de



Fig. 8. Verriers thébains

l'époque : quelques-uns des verriers reproduits, le cou gonflé, soufflent dans un tuyau qui doit sans doute représenter la canne. Il est vrai que les contradicteurs prétendent que ces tuyaux étaient en réalité des barres en métal servant à attiser le feu. Quoiqu'il en

soit, l'emploi de la canne favorisa un grand développement de l'industrie du verre. Les formes données aux objets devenaient plus libres et plus variées. On passa également à l'emploi de moules en argile pour la fabrication en grandes quantités. On commença à se servir du verre pour fabriquer des articles de ménage, spécialement de la vaisselle.

III.

Comment l'art de la verrerie fut introduit à Rome

L'essor de la verrerie eut pour conséquence naturelle une expansion locale de cette industrie. Si jusqu'alors on n'avait fabriqué des verres qu'à Thèbes et à Alexandrie, des verreries se fondèrent bientôt aussi dans d'autres pays. De l'Egypte, cet art vint d'abord en Phénicie, puis en Grèce et à Rome. Les Romains, qui furent un peuple puissant, avaient subjugué beaucoup de pays, entre autres l'Egypte, et s'initièrent rapidement aux secrets de la fabrication du verre. L'importance qu'ils lui attribuèrent est suffisamment prouvée, puisqu'ils l'imposèrent comme rançon de guerre. (3).

Afin de pratiquer la peinture sur verre dans l'empire romain, on ordonna le transfert des ouvriers verriers d'Alexandrie à Rome, pour y établir des ateliers. Les Egyptiens furent donc, dans ce domaine, les maî-

(3) Jules César (35 avant J.-C.) d'après le Dr Nessouhy, Le Caire 1928, et d'après le Dr Hans Schulz, Berlin 1928 (Die Geschichte der Glaserzeugung).

tres des Romains. Les premières verreries de Rome sont contemporaines de Néron (54-68 après J. C.). Pendant longtemps, elles ne furent pas égales en capacité de production et en bienfacture à celles de l'Egypte. Jusqu'à 120 après J.-C., le verre égyptien était particulièrement apprécié à Rome. C'est en cette année que l'empereur Adrien se rendit en Egypte. Il fit envoyer au consul Serfiane à Rome un présent composé de vaisselle assortie et de superbes verres égyptiens. Adrien lui-même les avait reçus d'un prêtre égyptien. Son voyage au pays des Pyramides lui révéla l'utilité du verre sous forme de vaisselle à un moment où il était encore d'usage de se servir de récipients en terre cuite ou en métal. Adrien préféra aux plats d'or et d'argent la vaisselle en verre décoré et détermina ainsi la grande vogue du précieux produit (4).

IV.

La concurrence entre Rome et l'Egypte

Les verreries romaines de récente fondation supplantèrent bientôt celles d'Egypte dans la production d'objets en verre d'un usage courant, tandis que les verreries égyptiennes, en raison de leur expérience dans ce domaine poursuivaient pendant longtemps encore la fabrication de la verrerie de luxe. Les verres qui sont restés de cette période sont de véritables produits d'art; preuves en soient les collections de

(4) D'après le Dr Nesselrode, Le Caire 1928.



Fig. 9. Verreries romaines

verres que nous trouvons dans les musées (5). Tandis que la fabrication du verre épais était réservée au moulage d'objets courants, le verre mince et fin permit de multiplier les formes et de les compliquer à l'infini.

En Egypte, la fabrication de lanternes de verre connut une époque de grande vogue. On soignait particulièrement les ornements de toutes espèces. Les lanternes étaient en général multicolores et agrémentées d'images fantaisistes, le plus souvent gravées. Hérodote nous rapporte (qu'aux jours fériés égyptiens, le peuple se réunissait pour offrir des sacrifices au dieu Saïs; les maisons étaient ornées de lanternes à huile qui brillaient toute la nuit). Ce moyen d'illumination est encore très apprécié aujourd'hui en Egypte. La variété de lampes colorées était immense; l'effort des verriers allait croissant, et les résultats de cette spécialité de leur industrie avaient atteint la perfection. Leur art consommé se révèle aussi dans la découverte de fruits en verre (6), artistiquement reproduits, exposés dans les musées; des assiettes en cristal de toutes les grandeurs, ornées d'images plastiques, des cercueils fabriqués en plaques de verres colorés, décorés de portraits, de signes, d'hiéroglyphes ont été mis au jour. Le Musée du Caire possède un des plus beaux cercueils exhumés dont les peintures représentent des funérailles. On a retrouvé également d'intéressantes images en mosaïque. Un chef-d'œuvre particulièrement connu est le plat qu'on découvrit à Sywa Uasis : des perles blanches sertissent des espè-

(5) Musée Egyptien, Le Caire; Königsmuseum Berlin; Musée du Louvre, Paris; British Museum, Londres.

(6) Dr Baroudy, Le Caire 1908.

ces de figures d'échecs dont le piédestal est en verre bleu. Les figures elles-mêmes sont rouges. On a découverts aussi des oiseaux en verre colorié de différentes teintes. Egalement des têtes de femme aux cheveux rouges, gravées sur une plaque de verre bleu, dont la parfaite exécution mérite une attention particulière.

A Hawardy, on a trouvé la reproduction d'un singe collectionnant des fruits et des fleurs artistiquement travaillés et de couleur très naturelles.

On s'adonnait également à l'exécution de portraits d'après nature. Le travail le plus correct et le plus beau dans ce genre est celui appelé le verre doré. Pour l'obtenir, on enduisait une plaque coloriée d'une très mince couche dorée, recouverte à son tour d'une autre plaque coloriée, qui, à la fusion, produisait un éclat superbe.

La fabrication en série d'articles en verre causa évidemment une réduction des prix. Déjà au temps de Néron, on pouvait acheter un simple gobelet en verre pour une monnaie de cuivre; cependant un gobelet artistiquement travaillé était encore payé très cher. Selon Pline, les récipients en verre précieux étaient plus coûteux que ceux en or ou en argent.

Le domaine de l'emploi du verre s'élargit progressivement. En Egypte, on ne fabriquait que de petites surfaces en verre, tandis qu'à Rome, on commença à produire des vitres. 40 ans après J.-C., des plaques de verre étaient travaillées à l'usage de vitres. Les fouilles de Pompéi ont permis de découvrir des vitres de 50/70 cm. Pour les fabriquer, on étendait la pâte de verre sur une surface plate, mais on était loin d'obtenir les carreaux unis d'aujourd'hui.

Sous Néron, les verreries produisaient déjà le verre artistique. Les ouvriers fabriquaient des imitations de pierres précieuses si parfaites que même dans les temps ultérieurs, on ne put les améliorer. Selon Pline, les Romains connaissaient déjà l'usage de la loupe. On dit que Néron suivait le spectacle des gladiateurs au travers d'une lentille qu'il portait au doigt dans une bague.

V.

L'évolution de la verrerie à Rome et au delà

La verrerie romaine s'améliora aux dépens de celle de l'Orient qui restait stationnaire. La grande puissance et l'influence de l'empire romain dans la plupart des pays lui permettait de trouver partout de faciles débouchés pour ses marchandises. De ce fait, l'exportation égyptienne devait naturellement rétrograder, et cela d'autant plus qu'elle souffrait sous la domination romaine.

Par les Romains, l'art de la fabrication du verre s'étendit jusqu'en Bohême, en Thuringe, dans les pays du Rhin, et plus tard, en France, en Belgique, en Angleterre.

Mais en ce qui concerne l'est de l'ancien monde, la sphère d'influence égyptienne était assurée. Domicrite, lors de son séjour à Memphis (Egypte), acquit des connaissances dans le domaine de la verrerie, de sa technique et de son art. On précise même qu'il fut le premier à introduire la fabrication du verre en Grèce. C'est à ce moment que l'architecture grecque était en plein épanouissement.

Les Hébreux, par leur long séjour en Egypte, assimilèrent également la technique de la verrerie. Cependant, ils ne réussirent pas à pénétrer les ultimes secrets de finesse qui n'étaient connus que des prêtres égyptiens. Cambyse (7) devait avoir importé d'Egypte



Fig. 10. Amphorie en pâte de verre, trouvée en Grèce
(British Museum)

6.000 ouvriers parmi lesquels il y eut sans doute beaucoup de verriers. Comme on le voit, l'art de fabriquer le verre s'étendit plus à l'est encore. Des docu-

(7) Roi de Perse, fils et successeur de Cyrus; il régna de 529 à 522 avant J.-C. Il conquiert l'Egypte, mais se montra sauvage et cruel (Nouveau petit Larousse illustré, Paris 1929).

ments prouvent que cet art acquit rapidement de l'importance en Perse.

L'unité de fabrication durant l'ancienne civilisation est évidente. Mais il était possible de distinguer



Fig. 11. Lampe de mosquée en verre émaillé et doré;
fabrication arabe (collection de M. Spitzer)

l'origine régionale des verres par leur forme et leurs ornements. La matière première et les méthodes de travail étaient partout les mêmes; la provenance ne se distinguait que par l'habileté et la personnalité artistique des ouvriers.

Dans les tombeaux de Thèbes, les fouilles ont mis à jour des bouteilles en verre à inscriptions chinoises. Il est fort possible qu'elles aient été fabriquées par les Egyptiens et destinées à l'exportation. Selon les données de Hirth, l'importation du verre en Chine s'étend de 206 ans avant J.-C. jusqu'en 220 après J.-C. Ce n'est qu'au Ve siècle que la Chine a commencé à fabriquer elle-même du verre. Rien ne prouve cependant que ces bouteilles aient été uniquement confectionnées à l'intention de la Chine. Ces dates seules corroborent notre hypothèse.

On peut affirmer qu'en Inde, le verre a été fabriqué pour la première fois en l'an 300 avant J.-C.

Le tableau d'analyses numéro VII (annexé à la thèse) indique les matières premières utilisées (8).

VI.

Venise, métropole de la fabrication du verre

Le démembrement de Rome causa la prospérité de Venise, pour laquelle commence une époque nouvelle, où la fabrication du verre devient un élément capital. Les verres vénitiens ont acquis un renom mondial et sont encore très recherchés aujourd'hui. Pendant plusieurs siècles, cette ville resta le centre de la fabrication du verre. C'est peut-être la raison pour laquelle on croyait communément que le verre avait été découvert à Venise ou dans la péninsule. L'Egypte étant tombée sous la puissance de Rome, on s'explique

(8) D'après le Dr Hans Schulz (Die Geschichte der Glas-
erzeugung, Berlin 1929).

aisément que cette dernière prétendait à la gloire de la découverte du verre.

D'autre part, l'Europe fut largement fécondée au contact et sous l'influence de la culture islamique au

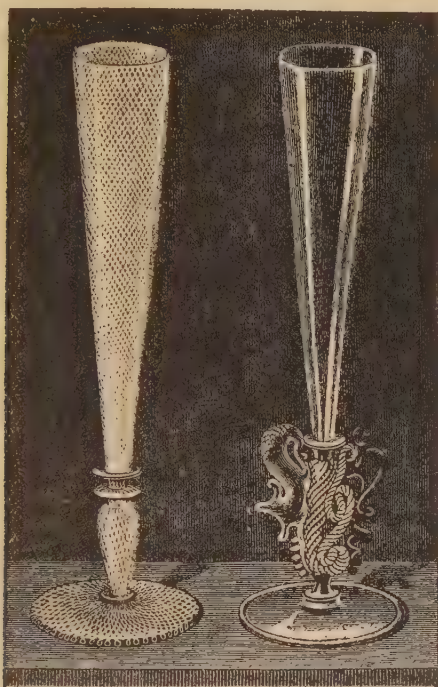


Fig. 12. Verres vénitiens

VIII^e siècle, dans le domaine des sciences naturelles fortement développées en Orient, par la technique et même le tour de main de l'ouvrier arabe.

Ce sont avant tout les Croisades qui établirent une connexion commerciale et « culturelle » entre

l'Orient et l'Europe. Le verre de Syrie, en particulier, était l'objet de ces relations commerciales. Il est curieux de constater que le début de l'art verrier vénitien correspond à la période même des grands échanges avec l'Orient; il est facile d'en déduire que Venise cherchera naturellement à se mettre au bénéfice d'une industrie si florissante. C'est en 1072 que commença l'importation d'alun d'Alexandrie. Ce début de relations commerciales s'intensifiant de plus en plus fournissait aux négociants vénitiens l'occasion de se procurer des connaissances spéciales et des matières premières concernant l'industrie en général, et la fabrication du verre en particulier. En 1220 déjà, les archives de Venise mentionnent les renseignements obtenus d'Orient sur la fabrication du verre, les méthodes techniques en usage, les recettes et les procédés de nettoyage. De plus les autorités vénitiennes facilitèrent l'immigration des ouvriers égypto-syriens.

Venise, en soumettant les villes maritimes d'Istrie et de Dalmatie, assurait définitivement à son commerce la sécurité des mers. Attirant à elle tous les ouvriers verriers étrangers, elle acquit ainsi le monopole de la fabrication du verre. Afin de conserver ce privilège et d'empêcher la propagation de tous les secrets de fabrication, elle promulgua entre 1268 et 1291 des lois rigoureuses qui reléguaient peu à peu toutes les verreries dans l'île de Murano et interdisaient expressément aux ouvriers d'en sortir. L'ordonnance prétextait le besoin de prévenir les cas d'incendie; en fait, les autorités vénitiennes exerçaient un contrôle très sévère sur les verreries qui, d'autre part, étaient au bénéfice de son appui. Le résultat financier en

était excellent. Le fisc pouvait chaque année comptabiliser 8 millions de ducats or (9). Les méthodes de fabrication furent tenues rigoureusement secrètes. Le divulgateur était menacé de châtiment allant jusqu'à la peine de mort. L'application de ces mesures assura à Venise la suprématie verrière pendant plusieurs siècles.

Malgré cette surveillance étroite, d'autres villes essayèrent d'attirer des ouvriers vénitiens et muraïns en leur promettant des salaires plus élevés. Ces tentatives réussirent quelquefois et les ouvriers ainsi détournés dévoilaient, au profit d'autres pays, les méthodes de fabrication. Afin d'agir contre ces entreprises de débauchage, l'autorité vénitienne édicta en 1275, 1282 et 1295 des lois prohibant l'émigration des ouvriers verriers. Ces prescriptions furent également violées dans la suite, car nous trouvons dans d'autres pays des Vénitiens en qualité de maîtres ou de propriétaires de verreries.

L'exportation de matières premières et de déchets de verre fut également défendue. Il est donc indiqué de conclure, sur la base de ces faits probants, que l'art verrier à Venise avait atteint un degré supérieur à celui des autres pays.

Il y avait à peu près une cinquantaine de verreries en plein épanouissement à Murano et à Venise. C'est aussi à ce moment, entre 1270 et 1280, qu'on tenta à Venise les premiers essais pour la fabrication de verre optique. Il est difficile d'en déterminer la date

(9) Ducat (Ital. *ducato*): monnaie d'or valant de 10 à 12 francs suisses: Les premiers ducats furent frappés à Venise, au XIII^e siècle. (Nouveau petit Larousse illustré, Paris 1929).

exacte ; toutes les sources consultées oscillent dans cette décade. Les verres à miroir, de réputation universelle et jamais égalés, jouissaient de soins particuliers de fabrication. Le miroir était déjà connu des anciens Egyptiens, mais il était fabriqué en métal, ou exceptionnellement en verre noir.



Fig. 13. Miroirs égyptiens

On est en droit de supposer, par contre, que la fabrication première du verre à miroir est sortie de France ou d'Allemagne. Nous savons qu'en 1317, un maître allemand du verre à miroir fut engagé par 3 Vénitiens pour les instruire dans cette branche spéciale de l'art verrier.

Les lentilles optiques à cristal, le verre colorié et le verre à miroir étaient des articles de haute valeur que Murano et Venise exportaient dans tout le continent.

Il est important de noter qu'en ce temps-là, Constantinople, alors Bysance, devint un concurrent sérieux de Venise. On sait que le verre de Bysance a gardé son nom jusqu'à nos jours. Pendant 200 ans, de 1100 à 1300, la fabrication du verre bysantin connut une époque de grande prospérité grâce à l'intelligent appui de Constantin Ier qui combla les verriers de faveurs et de privilèges. Théodose les exempta même de tout impôt personnel. L'industrie verrière bysantine, ainsi protégée, jouissait d'une si grande réputation que ses produits étaient offerts en présent aux princes d'Occident.

C'est au XVI^e siècle que l'art verrier atteint son apogée à Murano. Ses produits étaient achetés et admirés de tout le monde. La découverte du verre filigrané marqua un très grand progrès dans la fabrication des articles de haut luxe. Le verre, dénommé « verre glacé » est également une invention vénitienne. Le génie créateur du verrier muranais, cherchant toujours de nouvelles recettes et d'habiles combinaisons, assurait à son industrie une prospérité inégalable et une réputation universelle.

VII.

Les verreries de l'Europe centrale

Pendant le séjour des Romains déjà, l'art verrier gagna l'Europe centrale. Mais cette influence

n'était pas déterminante et on observe que chaque pays s'était engagé dans des voies diverses.

L'Allemagne semble avoir voué une attention particulière à la fabrication des bouteilles. A Nüremberg, à Augsburg et à Aix-la-Chappelle, selon toute probabilité, la fabrication du miroir était déjà connue avant la grande époque vénitienne. Pendant tout le moyen-âge, on observait de très près le choix des matières premières et la mise en fonte. Les corporations de verriers édictèrent des règles très précises concernant le nettoyage de la matière première, c'est-à-dire du sable et de la soude.

En France, les premières verreries importantes s'installèrent au XIV^e siècle; cependant la fabrication du verre fut exercée auparavant déjà, mais dans une mesure restreinte. Les progrès furent très rapides, puisque vers 1330 déjà, on fabriquait le verre à vitres en Normandie. Ce métier était considéré en France comme une occupation très honorable, briguée même par l'aristocratie. Les autorités françaises, comme les vénitiennes, affirmèrent à maintes reprises le désir de tenir secrètes toutes leurs méthodes.

Vers 1500, on assiste à une décentralisation de l'industrie du verre. L'attention et l'intérêt de l'élite furent de plus en plus captés par les recherches scientifiques. On tira tout le bénéfice de l'évolution des sciences naturelles en appliquant à la pratique tout ce qui pouvait être utile. Le degré élevé d'admiration que les Vénitiens avaient suscité influença sérieusement le progrès. On attira des ouvriers vénitiens, et on lança sur le marché, exploitant cet avantage, le produit dénommé « verre à la vénitienne. »

L'invention de l'imprimerie favorisa la divulgation des expériences; mais les secrets les plus essentiels furent cependant soigneusement gardés.

En Allemagne, en Bohême et dans les Pays-Bas, l'art verrier était particulièrement avancé. Nüremberg, par exemple, possède en 1532 une verrerie entièrement aménagée selon les installations vénitiennes. Il est certain que Venise n'a pas à elle seule porté l'art du verre à la haute perfection qu'il a atteint, mais que bien d'autres pays ont contribué à son achèvement. On ne doit pas oublier cependant que Venise, surtout au XVI^e siècle, a donné un essor définitif à l'art de la verrerie. Souvent même, elle était, contre son gré, fournisseur de fabriques. Jusqu'au XVIII^e siècle, par exemple, on constate en Allemagne, l'immigration d'Italiens qui établissaient des verreries. Les secrets qu'ils auraient pu dévoiler alors n'influençaient plus l'industrie en Allemagne, car le progrès les avait déjà dépassés. On était très soucieux de soumettre la fabrication aux conditions les meilleures, bien que l'analyse et la détermination des propriétés chimiques fussent encore très incertaines. Les méthodes actuelles de mesure ne datent que du XIX^e siècle.

La mobilité des mœurs qui a pour effet de constamment changer la mode, jeta son dévolu sur les cristaux de Bohême. Le verre de cristal était, dans sa substance et par le cachet particulier que lui donnait l'aiguisage, quelque chose d'entièrement nouveau.

Les ouvriers verriers du moyen-âge, malgré leur intéressant travail qui peut être considéré à juste titre comme une œuvre de pionniers, n'étaient cependant

pas très estimés. Les paysans se plaignaient que les champs s'endommagaient par les gaz de combustion. En général, les fours étaient chauffés au bois, ce qui explique pourquoi les verreries se trouvaient placées de préférence à proximité des forêts. Il n'en est plus ainsi aujourd'hui. Les verreries ne sont plus dépendantes des réserves boisées mais on chauffe les fours avec du charbon, du gaz ou de l'huile lourde. On préfère s'établir sur des routes importantes de communication, afin d'obtenir rapidement et à bon compte les matières premières et de faciliter l'écoulement des produits.

CHAPITRE II

LA SITUATION ECONOMIQUE DE L'EGYPTE

I.

La question agraire en Egypte

Pays agricole par excellence, l'Egypte a vu peu à peu s'installer sur son sol un certain nombre d'industries. Avant d'étudier les chances de succès que l'introduction de l'industrie du verre pourrait avoir en Egypte, il nous paraît nécessaire d'exposer tout d'abord comment se présente la situation agricole dans ce pays.

L'Egypte est avant tout un pays de cultures et cela depuis à peu près 6.000 ans. Les hiéroglyphes déchiffrés sur les Pyramides et dans les temples en sont la meilleure preuve. Parmi ces signes, on trouve la reproduction de fruits, de légumes, d'espèces multiples de céréales, en particulier le doura (10) cultivé encore intensément de nos jours. Les sarcophages nous révèlent le lin, et l'existence d'une industrie

(10) Blé égyptien.

florissante de tissage. On a trouvé dans les tombeaux des fruits et des aliments conservés, car la croyance égyptienne admettait que les âmes réintégraient les corps de temps en temps et qu'il serait agréable à leurs morts de trouver leurs mets favoris. Soulignons que toutes ces découvertes sont la preuve d'un développement agricole avancé, probablement la première ressource du pays.

C'est au Nil que l'Égypte doit sa fertilité. Ce fleuve sépare le Sahara et enrichit le sol par ses crues et par le précieux limon qu'il apporte de l'Afrique centrale (la région des 3 lacs (11) et les montagnes d'Abyssinie). Il est évident que la fertilité du sol fut une des causes qui attirèrent les populations. L'exploitation agricole est naturellement la plus ancienne ressource du pays, car elle sert de base d'existence à la population indigène. Un simple coup d'œil sur la carte géographique de l'Égypte révèle que seules les rives du Nil sont habitées. Au point de vue agraire, on ne saurait décrire plus en détail les temps reculés, faute de sources certaines. Limitons-nous donc aux temps modernes, qui pour le chapitre traité, sont les plus importants.

Voici les raisons pour lesquelles l'Égypte fut, jusqu'à nos jours, un pays agricole par excellence :

1. La fertilité du pays et une forte tradition.
2. Le nombre de ses habitants.
3. L'exportation et l'importation.
4. L'industrie des étrangers.
5. L'influence religieuse.
6. L'industrie mondiale, à savoir le coton.

(11) Victoria Nyanza, Albert Nyanza, Albert Edouard Nyanza.

1. L'engrais naturel du Nil ayant fait de l'Egypte un pays très fertile, les habitants en reconnurent forcément la valeur et tout naturellement l'exploitèrent. Par suite des difficultés qui surgissaient dans le trafic entre les peuples, les Egyptiens se trouvaient limités à leurs propres ressources et concentrèrent de plus en plus leurs forces et leurs ambitions sur la profession agricole. D'ailleurs le peuple lui-même était peu cultivé et n'exigeait pas grand chose de la vie.

L'invasion des Mamelouks (12) fut néfaste à l'Egypte. Une immense injustice régnait, causée par la pauvreté du peuple et l'esclavage dans lequel les Egyptiens étaient tenus par les Mamelouks. La conséquence immédiate de ce joug fut qu'il était impossible aux Egyptiens de s'occuper d'autre chose que d'agriculture. Les Mamelouks employaient toutes leurs forces et tous leurs avantages à extorquer de la population égyptienne l'argent nécessaire au paiement du tribut dû au sultan (califat) (13) et par tous les moyens ils cherchaient à s'enrichir, eux et toutes leurs familles, par des impôts qu'ils prélevaient en nature. Ceux-ci étaient du reste fort arbitraires : les fellahs c'est-à-dire les paysans, étaient obligés de payer, tandis que les pachas, les moudirs (14) et leurs amis étaient exempts de toute taxe.

Les Mamelouks atteignirent le point culminant de leur domination par leur main-mise sur tout le

(12) Dynastie régnante jusqu'au XVIII^e siècle.

(13) Dignité de calife. Durée de son règne. Territoire soumis à son autorité : le monde musulman fut longtemps partagé entre les trois califats de Cordone, de Bagdad et du Caire.

(14) Gouverneurs.

pays. Quand un pacha ou un moudir arrivait dans une contrée qui lui plaisait particulièrement par sa fertilité, par ses récoltes ou par son avantageuse situation topographique, il la déclarait purement et simplement sa propriété propre ou la propriété de l'Etat. Le possesseur actuel était conséquemment réduit au rôle de fermier et ne pouvait rester au service du nouveau seigneur qu'en échange du strict nécessaire. Ces fermiers sont connus sous le nom de fellahs (15) et leur existence se réduisait à un véritable servage. Cet état de choses subsista jusqu'à l'époque de Mohammed-Ali (1806-1848).

Son avènement marqua l'ère d'une époque nouvelle. Il était résolu à améliorer la situation et l'organisation agraire du pays. Le système de monopole subsista mais fut soumis à un contrôle sévère. Mohammed-Ali savait bien qu'une réforme complète et radicale était impossible et eût soulevé de violentes protestations. Il est évident que ce souverain avisé a posé la pierre de touche de l'aisance de l'Egypte et peut-être considéré à juste titre comme le sauveur du pays à un moment où de cupides intrus paralysaient l'indigène. Au début, le peuple même ne fut pas content des nouvelles mesures appliquées, car il était encore las de l'esclavage précédent. On devait même user de beaucoup de fermeté pour l'obliger à travailler aux canaux d'irrigation. D'autre part, le service militaire et marin auquel fut astreint le fellah rencontra une vive résistance. La faveur de payer l'impôt foncier en monnaie fut le premier adoucissement aux mesures de réforme, nécessairement rigoureuses, édictées par Mohammed-Ali.

(15) Les paysans égyptiens.

Afin d'ouvrir les portes aux influences européennes et de supprimer définitivement le système du monopole, Saïd pacha, autorisa les fellahs à vendre librement leurs produits.

Des excès cependant se produisirent, ce qui explique comment la situation évolua différemment en Egypte que dans les autres pays mahométans. Le pacha ne préleva pas seulement en vertu des impôts non payés, mais encore confisqua les fiefs et les biens de famille, ainsi que ceux destinés à la bienfaisance, et prétendit aussi aux terres délaissées par leurs propriétaires. Ces biens confisqués prirent une telle extension qu'il fallut bientôt les faire gérer par une administration spéciale appelée « Diwan ».

En 1878, un quart de tout le pays arable appartenant au Khédive et à sa famille fut transformé en propriété d'Etat. Celle-ci fut gagée moyennant des emprunts auprès des puissances européennes. Une grande partie de ces terres fut donnée à bail à des entrepreneurs qui, eux, se chargeaient de payer les impôts exigibles. Ces derniers sous-louaient le pays aux indigènes. Seule une petite étendue des terres fut ainsi cultivée. La majeure partie du pays ne pouvait être travaillée faute de main-d'œuvre.

Les terrains dont les villages étaient entourés et qui étaient cultivés par les fellahs comprenaient, avec les terres que possédait la commune elle-même, à peu près la moitié de tout le territoire arable. Le gouvernement exigeait du fellah des impôts évalués à 1/5 du produit des récoltes. Le paiement de six fois les impôts impliquait l'acquisition de la propriété qui devenait héréditaire.

2. Au temps de Mohammed-Ali, la population n'était pas très dense; le pays était très vaste pour le nombre restreint de ses habitants. A cette époque, le 50 p. cent à peu près des terres de l'Egypte était cultivé, ce qui suffisait largement aux besoins modestes de la population.

3. L'exportation et l'importation étaient insignifiantes. D'une part, l'Egypte appauvrie ne pouvait pas importer beaucoup; d'autre part, l'Europe connaissait peu le pays du Nil, à cause de la rareté des moyens de locomotion.

4. Les difficultés de communications entravaient l'industrie des étrangers qui était minime. Ces mêmes inconvénients rendaient très difficiles aux Egyptiens des voyages à l'étranger, ce qui les aurait initiés à l'industrie et à la culture extérieures.

5. L'influence religieuse a joué un rôle prépondérant ainsi que la vie de famille très fermée en Egypte et strictement limitée aux relations entre Egyptiens.

6. La demande de l'Europe de produits agricoles égyptiens n'était pas très forte.

Tout ce qui précède explique la raison pour laquelle l'Egypte a été retardée dans son essor industriel.

Une réforme efficace, dans l'histoire égyptienne, fut apportée par Mohammed-Ali, comme cela a déjà été souligné plus haut. Celui-ci, malgré ses conceptions révolutionnaires, a fait le plus grand effort pour améliorer la politique de l'Egypte. Il se proposa essentiellement la réalisation de deux buts : améliorer les cultures agraires et créer une industrie propre, comme le tissage ou le travail sur bois (par exemple la fabrication de meubles). C'est également

à cette époque que s'établirent de petites verreries à Mamal-el-Zugag, près d'Alexandrie. Mohammed-Ali consacra une grande attention à l'exploitation de la fertilité du pays et de l'habileté des indigènes. Il a également développé la culture des fruits : oranges, mandarines, pommes, poires et par dessus tout, intensifié celle du coton. Ce dernier produit était déjà cultivé de temps immémorial. Le coton était répandu bien au delà de l'Egypte, dans l'Afrique centrale, où il était également travaillé. Les Egyptiens appréciaient vivement les vêtements de coton, comme on le constate dans les récits bibliques sur le séjour des Juifs en Egypte. (Joseph reçut en présent du Pharaon un vêtement de coton) (16).

La culture du coton était soumise à des fluctuations allant jusqu'à l'arrêt complet, suivant la situation économique du pays. Grâce à Mohammed-Ali, on revint régulièrement à cette culture, et le résultat en fut splendide. La situation de l'Egypte, au point de vue économique, se trouva unifiée par la réforme agraire de Mohammed-Ali qui permit de doter le pays d'industries nouvelles.

Le magnifique résultat qu'a donné la culture du coton est dû :

1. A la composition du sol, très favorable à ces plantations.
2. Au climat ensoleillé de l'Egypte qui est la condition essentielle d'une bonne récolte.
3. Au voyage que Mohammed-Ali fit en Europe et qui fut une heureuse propagande pour l'Egypte.

(16) Brockhaus Lexikon, Leipzig 1895.

4. A l'établissement de canaux d'irrigation qui favorisèrent la récolte du coton.
5. Au développement de l'industrie textile en Europe qui provoqua une forte demande de coton égyptien.
6. A la qualité incomparable du coton.

D'année en année, ce produit s'améliora au point de vue de la pureté et de la finesse du fil. L'administration rationnelle et la situation politique tranquille des règnes d'Abas-pacha et de Saïd-pacha marquèrent un progrès croissant. Ces souverains favorisèrent le commerce par l'application de la doctrine libre-échangiste. Le vieux système du monopole définitivement abandonné, tous ses méfaits sur la vie économique de l'Egypte disparurent avec lui. (Voir à l'annexe le tableau n° VIII, indiquant en millions de livres égyptiennes (17) le développement progressif de l'économie générale).

L'accroissement de la demande mondiale de coton égyptien renforça l'énergie des cultivateurs qui intensifièrent la production pour augmenter par conséquent l'exportation. De ce fait, les moyens de transport s'améliorèrent et favorisèrent aussi les relations avec l'étranger sur la base d'intérêts économiques réciproques. L'augmentation de l'exportation signifie que beaucoup d'argent entre dans le pays, et permet, d'autre part, l'achat de marchandises à l'étranger; ces opérations nécessitent des commerçants, des agents et des commissionnaires. La prospérité est un enchaînement d'intérêts.

(17) La livre égyptienne vaut 25.92 francs suisses.

A. Les négociants étrangers apportaient des produits manufacturés, parmi lesquels, les tissus de coton.

B. D'autres industriels suivirent et introduisirent des produits chimiques, de la maroquinerie et de la quincaillerie.

C. Bientôt l'Egypte fut connue davantage et entraîna une troisième catégorie de commerçants qui eux alors s'implantèrent dans le pays, intensifiant les productions de toutes sortes qu'ils exportaient à leur propre compte dans leur pays d'origine, par exemple toutes les céréales, le riz, les œufs, les matières colorantes (essentiellement le henné), des peaux, de la soude, de la potasse, etc.

La situation de l'Egypte s'améliora intensément par l'ouverture du canal de Suez en 1869, qui fut le trait d'union entre l'Egypte et l'Extrême-Orient, — entre la Chine, le Japon, et l'Europe, — entre les Indes, l'Australie et la Grande-Bretagne. L'Egypte devint ainsi un centre commercial mondial de premier ordre, dont les conséquences naturelles furent les relations directes de l'Egypte avec l'étranger.

Le tourisme est dû également à ces relations intenses. Aux deux extrémités du globe, on savait que l'Egypte avait un climat magnifique et sain, ensoleillé et sec. (14° C. de moyenne en hiver, et en été 28° C. — 280 jours par année de soleil et 30 mm. de pluies annuelles au Caire). Ce climat est particulièrement favorable à la guérison de nombreuses maladies, telles que la goutte, les rhumatismes, la tuberculose, etc. Le pays a également des sources de soufre (18). La belle

(18) Au Helouan, 20 minutes du Caire par chemin de fer.

civilisation égyptienne dont les nombreuses traces sont encore apparentes dans les Pyramides, les vieux temples et les tombeaux, jouit d'un renom mondial, et des centaines de milliers d'étrangers se sentent attirés en Egypte. Ces touristes se multiplient d'année en année et c'est encore le rêve de millions d'autres de voir de près les merveilles du Levant. L'industrie touristique est un élément important dans la structure économique moderne; l'organisation seule laisse encore à désirer.

Le tableau n° VIII de l'annexe montre clairement que le commerce avec l'étranger a amené beaucoup d'argent dans le pays. C'est sur cette base que l'économie générale poursuit son développement, car les besoins alternent avec les satisfactions à portée de la main. La demande continuelle et progressive du coton et l'intensification des cultures sont les raisons pour lesquelles le coton est le produit principal du pays.

L'Egyptien n'émigre pas volontiers, ce qui l'oblige, par contre, à augmenter sa production pour rester en accord avec ses besoins, attendu que la densité de la population s'est accrue. Les résultats s'en font sentir dans trois directions :

1. L'augmentation de la population.
2. L'accroissement des relations commerciales.
3. Les importantes commandes de l'étranger.

Trois mesures correspondantes sont nécessaires afin de maintenir le cadre de ces relations, menacé de se rompre :

1. Agrandir la surface arable du pays.
2. Cultiver avant tout le coton.
3. Créer une industrie propre au pays.

Le développement détaillé de ces trois points s'impose.

Le gouvernement et le peuple s'accordèrent à décider l'agrandissement devenu indispensable de la surface des terres arables. Les canaux d'irrigation sont la condition essentielle d'une telle entreprise. Ces canaux sont de trois sortes :

- a) Les canaux principaux : ceux qui sont en connexion directe avec le Nil.
- b) Les canaux principaux accessoires : reliant les canaux principaux entre eux.
- c) Les petits canaux, dépendant des précédents.

C'est ainsi qu'a été établi un réseau imposant, nourri par les crues du Nil qui pendant six mois de l'année alimentent le sol. Tout un système de barrages assure l'écoulement des eaux à l'époque des crues.

Le besoin toujours croissant de coton dans tous les pays augmenta continuellement la demande de celui-ci. Les bénéfices qui en résultaient incitèrent conséquemment les Egyptiens à cultiver par essence le coton et à renoncer à tous les autres produits.

Poursuivant l'exploitation de cette unique ressource, les Egyptiens ne s'aperçurent pas des difficultés qui nécessairement surgiraient dans un avenir prochain. Malheureusement le gouvernement lui-même reconnut trop tard ce défaut auquel on aurait dû remédier à temps. Le peuple qui était pauvre et peu instruit et qui, en outre, était complètement absorbé par l'agriculture, ne pouvait pas penser à la création d'une industrie. C'eût été plutôt l'affaire du gouvernement qui, d'autre part, disposait des capitaux nécessaires.

Malgré cet état de choses, de petites industries telles que le tissage de poils de chameau et de chèvre, de lin et de soie, s'établirent. Le tissage était pratiqué dans tous les villages, puisque chaque paysan confectionnait son zabut (vêtement) et sa libda (coiffure). On trouvait au Caire, à Alexandrie et dans d'autres villes, de petits métiers de tissage à main pour le coton destinés principalement à la fabrication d'étoffes de vêtements pour les fellahs.

L'industrie de la soie se bornait essentiellement à la manufacture de tissus de fantaisie dont on confectionnait les caftans, partie de l'habillement des cheiks (19) et des théologiens.

L'industrie des tapis trouve son origine dans ces petits métiers de tissage de laine de chèvre. Des entreprises plus importantes ne s'établirent que vers 1912.

II.

La culture du coton par rapport à la situation économique de l'Égypte.

Une question s'impose : le coton doit-il rester pour l'Égypte la ressource financière capitale ?

Afin de saisir la situation financière de l'Égypte à n'importe quel moment, il suffit de jeter un coup d'œil sur les prix du coton à la Bourse. Ils sont le baromètre de la position économique de l'Égypte. Le coton est un article de bourse qui est évidemment ex-

(19) Chef de tribu, ou prédicateur arabe.

posé à des fluctuations. Les causes en sont d'ailleurs d'ordres divers :

1. Causes locales.
2. Causes interlocales.
3. Causes directes.
4. Causes indirectes.

1. *Les causes locales* se manifestent dans trois maladies du coton : le ver de la capsule, le ver de l'arbre et le ver de la feuille. Ces maladies ont deux conséquences désastreuses, à savoir : une récolte insuffisante et une qualité médiocre. Il n'est pas prouvé qu'une récolte insuffisante augmente les prix selon le principe de la loi de l'offre et de la demande, car la production mondiale joue un rôle important dans la régularisation des prix des marchés. Si, par exemple, les pays concurrents accusent une surproduction, les cotes baissent naturellement. L'Égypte est obligée de suivre les prix mondiaux malgré une production restreinte.

La qualité médiocre du coton n'est pas seulement le résultat des maladies énumérées plus haut, mais aussi une conséquence naturelle. Ainsi une pluie au moment où les capsules éclatent peut compromettre toute la récolte. Une mauvaise irrigation appauvrit également la qualité et, de ce fait, les prix se trouvent abaissés.

2. *Les raisons interlocales* sont celles que provoque la grève dans les industries étrangères de tissage et dans les sociétés de transports, qui ont pour effet de diminuer la demande.

3. *Sous la dénomination de causes directes*, on comprend en Egypte la relation entre l'offre et la demande.

4. *Quant aux causes indirectes*, elles sont diverses : d'abord les spéculations en bourse, — les réactions d'un changement de gouvernement qui ont pour conséquence une chute rapide des prix. Par contre, la constitution d'un nouveau cabinet réagit dans le sens inverse en faisant subitement monter les prix. Si ce n'est cependant pas toujours le cas, il faut observer que les intérêts des courtiers en bourse en sont la cause. Une crise politique mondiale ne reste pas non plus sans influence sur les valeurs cotées. Il est à observer également que le décès d'un grand commerçant, d'un grand courtier en bourse, ou sa banqueroute, ont un contre-coup néfaste.

Des fluctuations dans la culture du coton d'autres pays sont également une cause de rupture de l'équilibre de la situation économique de l'Egypte. Ainsi, il est hors de doute que l'inondation du Mississippi joua un rôle prépondérant dans l'augmentation des prix en 1927. Il suffit de comparer les prix avant et après le fléau pour s'en rendre compte. En 1926 les prix se sont maintenus autour de 26,25 dollars par cantar (20) de Sakellaridis (la meilleure qualité de coton égyptien) et de 19,63 dollars pour l'Aschmouni (seconde qualité). Après l'inondation, les prix montèrent et atteignirent en juillet 39,45 dollars pour la meilleure qualité, et 28,05 pour la qualité inférieure. Après qu'on eut établi exactement le dommage causé par l'inondation, les prix montè-

(20) 1 Cantar. = 44,46 kg environ.

rent encore, et le 8 septembre 1927, on demandait 42,05 dollars pour le Sakellaridis et 31,60 pour l'Aschmouni. Quelque temps après, le chiffre exact du préjudice tombait à l'oubli, et par conséquent les prix diminuaient, si bien qu'au 2 décembre 1927 on comptait 32,58 dollars pour le Sakellaridis et 25,30 pour l'Aschmouni.

Ce qui précède prouve clairement que les fluctuations étaient dues à l'inondation du Mississipi. Dans la même année, l'Egypte avait à enregistrer une sous-production due à la loi de 1926 qui édictait le système tripartite d'exploitation agricole.

D'autre part, nous constatons que le besoin mondial n'est pas encore satisfait; au contraire, il est toujours ascendant, soit pour l'industrie du tissage, soit pour la fabrication de pneus, etc. Le tableau statistique suivant, établi par le Bureau officiel égyptien de statistique, montre que la demande mondiale est de :

1924-1925	23.968.000	} balles de 500 livres anglaises (environ 220 kg.)
1925-1926	24.681.000	
1926-1927	25.882.000	

La situation économique a été particulièrement ébranlée par le système nouveau d'achat que pratique l'Angleterre, consommateur principal de coton égyptien. Les Anglais acquièrent au fur et à mesure de leurs besoins et ne font plus, comme autrefois, des achats à terme.

L'industrie du tissage anglais est certainement en déclin, car les grèves continuelles provoquent une augmentation des prix. A noter, en outre, la grande

concurrence des autres pays producteurs de tissus. Le tableau suivant (21) relève la consommation de matières premières en Angleterre par rapport aux pays concurrents avant et après la guerre.

Consommation du coton brut dans le monde en balles de 500 livres anglaises (220 kg environ) :

Pays	Avant la guerre 1912—1913	Après la guerre	
		1925—1926	1926—1927
Angleterre	4.274.000	3.022.000	3.010.000
Allemagne	1.728.000	1.148.000	1.478.000
France	1.010.000	1.179.000	1.182.000
Russie	2.591.000	1.752.000	1.477.000
Italie	789.000	1.037.000	932.000
Indes	2.177.000	2.064.000	2.601.000
Etats-Unis	5.786.000	6.395.000	7.134.000
Japon et autres pays	3.139.000	5.268.000	5.217.000

Ce qui ressort particulièrement de ce tableau, c'est l'augmentation outre mesure des besoins des Etats-Unis, des Indes et du Japon, pays où le coton égyptien n'est presque pas utilisé.

Il n'est pas étonnant que la situation économique de l'Egypte soit liée étroitement à son marché du coton et de produits accessoires (grains, etc.) (22). L'exportation du coton se chiffre par 90 p. cent. Les importations sont également tributaires de sa pro-

(21) Bureau Officiel égyptien de statistique au Caire.

(22) Bierman, Cours de géographie économique, 1927-28. Neuchâtel.

duction en coton. On en peut dire autant pour les faillites, car l'importation du coton n'influence pas seulement la situation financière du pays en général, mais atteint également celle des particuliers. Quand une crise se déclare dans le coton, elle se manifeste par l'ouverture de crédits en banque, par la vente active d'actions et par une diminution du mouvement des comptes courants. Par contre, une bonne saison engendre une construction intensive, des réparations, l'affluence d'argent dans les coffres-forts de la banque, une facilité de crédits, le paiement des dettes et l'achat d'actions, etc.

Les chemins de fer, la poste, le téléphone et le télégraphe bénéficient également de cet heureux contre-coup. Il est certain que cette situation variable se maintiendra aussi longtemps que les Egyptiens considéreront le coton comme la ressource principale du pays et ne s'efforceront pas d'envisager une autre issue, par exemple la création d'une industrie correspondant aux matières premières du pays.

Le tableau n° IX, annexé à la fin de cette thèse, démontre l'importance de l'exportation du coton et de ses produits accessoires par rapport à l'importation générale. L'Angleterre est toujours restée le plus grand consommateur de coton égyptien, car elle est soucieuse d'une bonne qualité et, d'autre part, favorisée par d'excellents moyens de transport.

Le tableau n° X de l'annexe oriente sur les achats des consommateurs principaux; après l'Angleterre et les Etats-Unis, viennent la France, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, le Japon, la Russie, la Tchéco-Slovaquie et l'Espagne.

III.

Le coton de sol

Comme nous l'avons déjà précisé, l'Égypte se borne essentiellement à cultiver le coton, et par cela même, par l'épuisement du sol, elle diminue progressivement sa production. Il y a 20 ans que le gouvernement édictait des lois déterminant la surface arable permise à la culture du coton. Ainsi :

Une ordonnance du 22 septembre 1914 établissait que de tout le territoire égyptien, un million seulement de feddans (23) pouvait être planté de coton; chaque cultivateur ne devait pas, en 1915, planter plus d'un quart de sa propriété totale (24).

Une ordonnance du 30 octobre 1914 ramène à un tiers les proportions pour l'année 1915 (25).

Le décret du 8 septembre 1917 fixe également à un tiers le terrain planté pour 1918 (26).

Le décret du 7 décembre 1920 accorde un tiers, pour 1921, de terrain plantable en coton (27).

La loi, art. 24 du 20 septembre 1921, ordonne également pour l'année 1922-23 une culture du tiers (28).

En 1925, la municipalité de presque toutes les villes sollicitait que cette dernière loi fût prorogée. En fait, le 16 décembre 1925, cette loi fut de nouveau

(23) Feddan = 44,5 ares environ.

(24, 25, 26, 27 et 28) Journal Officiel du Gouvernement, Le Caire.

mise en vigueur, mais trop tard, car la graine était déjà semée. La loi fut cependant observée en 1926 et durant les deux années suivantes. Les Chambres désiraient vivement qu'on élevât ces dispositions passagères et temporaires au rang d'une véritable loi, afin de protéger et de sauver la situation financière de l'Egypte qui, ensuite de ces énormes fluctuations, était réellement menacée.

Le sol cultivé pendant plusieurs années devient stérile et oblige à la culture successive de nouveaux terrains. Les plantations de coton possèdent donc un caractère nomade. L'expérience a prouvé que malgré les engrais chimiques, le sol s'épuise peu à peu. Le meilleur moyen de lui rendre toute sa vigueur est encore le système tripartite d'exploitation, dont les avantages sont les suivants :

1. La fertilité du sol est protégée. La production s'accroît et la qualité s'améliore.

2. Les maladies de toutes espèces diminuent, quelquefois jusqu'à la disparition complète.

3. Une quantité d'eau est épargnée pour les terrains situés en deça du delta.

4. La surface arable s'agrandit ainsi et permet la culture des céréales et des fourrages.

5. Le pays est préservé d'une humidité exagérée.

6. Les facteurs physiques réagissent librement; ils favorisent le repos de la terre.

7. La possibilité d'obtenir des prix plus élevés.

1. Pour prouver encore que le système tripartite est la méthode propre à conserver à la terre sa fertilité, nous nous appuyons sur les opinions suivantes:

Mr. Palmo, une autorité américaine en sciences naturelles, appelé par le gouvernement égyptien en vue de découvrir les causes de la diminution de la production cotonnière, se prononce comme suit dans son rapport :

« La culture du coton devra se borner à la plantation du tiers du territoire. C'est la limite maxima, et chaque excédent encourt une fausse et mauvaise exploitation agricole en cette matière. »

Dans une autre passage :

« Le coton est une plante qui affaiblit anormalement le sol. » (29).

Le Dr Mackensy, chimiste de réputation mondiale, rapporte que :

« Le système dualiste d'exploitation affaiblit le sol au point de vue des substances d'alimentation du coton, plus que le système tripartite. Par le système dualiste, le sol perd, par 100 feddans, 1973, 4 livres d'azote, 874,5 livres d'acide phosphorique et 2009,7 livres de potasse. Ces produits constituent les substances essentielles, et il est impossible de les remplacer complètement, soit par le limon naturel, soit par les engrais artificiels. Ces derniers ont même une mauvaise influence sur le sol. Le système dualiste d'exploitation agraire doit donc être entièrement écarté. » (30).

Le Comité agricole égyptien, syndicat des dix plus grandes sociétés d'agriculture, se prononce comme suit :

(29) Rapport du Ministère de l'Agriculture au Parlement.

(30) Rapport du Ministère de l'Agriculture au Parlement.

« Aujourd'hui, chaque propriétaire essaie de planter au moins la moitié de son domaine en coton et l'autre moitié en riz. Cette manière d'exploitation donne de bons résultats aux propriétaires de cultures voisines des canaux principaux, mais ne convient pas aux domaines plus éloignés, qui, eux, ne reçoivent pas suffisamment d'eau. La diminution de la surface plantée en coton améliore la qualité, et permet une répartition plus équitable des eaux. »

Plus loin, la société constate, elle aussi, que le système tripartite d'exploitation est très avantageux, car il assure une récolte saine, en la protégeant contre toutes les maladies.

2. Le coton est exposé à une sorte de paralysie qui se manifeste particulièrement dans le système dualiste d'exploitation. Cette paralysie atteint jusqu'au 96 p. cent pour le sakellaridis, 73 p. cent pour le « 310 » (31), 50 p. cent pour l'assili et le nahda et 13 p. cent pour le balion.

L'exploitation dualiste a encore une gros désavantage : les insectes parasites ne peuvent pas mourir complètement durant le court intervalle qui sépare la première et la seconde récolte et qui leur donne la possibilité de trouver encore des aliments.

3. En 1923, en plus du 1/3 réglementaire, il s'est cultivé 373.846 feddans, en 1924, 313.613 feddans, en 1925, 352.271 feddans.

Supposons qu'en moyenne 300.000 feddans aient été plantés annuellement en surplus, cela représente une quantité appréciable d'eau d'irrigation pour la culture du riz, puisqu'on compte qu'un feddan de riz

(31) Dénomination officielle de cette qualité de coton.

absorbe autant d'eau que 2 1/2 feddans de coton. On obtiendrait ainsi, la quantité d'eau nécessaire à l'exploitation de 140.000 feddans de riz en plus.

La canalisation et la réserve d'eau pour l'irrigation pendant l'été ont été construites et organisées de façon à alimenter le 40 p. cent de la surface arable. Cette proportion dépassée, la quantité d'eau ne suffit plus pour pénétrer jusqu'aux extrémités des canalisations et les terrains d'alentour sont asséchés.

La liberté d'exploitation et les cultures intensives conduisent nécessairement à des conflits. En effet, le propriétaire dont les champs sont situés à proximité d'un canal en tire tout le bénéfice, tandis que les autres cultivateurs sont lésés. Aussi a-t-on vu ces derniers détourner une partie de l'eau à leur profit, secrètement et pendant la nuit. Ces conflits portent une véritable atteinte au caractère et à la moralité de la population.

4. Malgré que l'Égypte puisse être considérée comme un pays agricole de premier ordre, nous devons constater, par ce qui précède, que la surface arable ne suffit pas à la récolte des aliments nécessaires aux hommes et aux animaux. L'Égypte a donc été obligée d'acheter à l'étranger ses aliments principaux, pendant 28 ans; pour cette importation, elle a dépensé 135.840.457 de livres égyptiennes, soit 3.421.852.282 de francs suisses, c'est-à-dire annuellement 4.851.444,89 livres égyptiennes.

Un feddan produit en moyenne 3,88 cantars (32) de coton (résultat moyen de 16 ans 1911-1927 dans la province de Menofia, un des meilleurs terrains de

(32) 1 cantar = 44,46 kg environ.

l'Egypte (33). Supposons un prix moyen de 35 dollars, soit 7 livres égyptiennes environ par cantar, il en résulte que 300.000 feddans donnent 1.164.000 cantars à raison de 7 livres égyptiennes, soit 8.048.000 livres égyptiennes annuellement.

Si la même surface était plantée de céréales, nous aurions le résultat suivant : de 6 ardebs (mesure de capacité pour les céréales blé, orge, etc.) de récolte moyenne par feddan résulteraient pour 300.000 feddans, 1.800.000 ardebs, qui multipliés par le prix moyen de 8 dollars par ardeb, produiraient 14.400.000 dollars ou 2.880.000 livres égyptiennes.

Pour 300.000 feddans de coton, l'Egypte encaisse 8.048.000 livres. Elle débourse, par contre, pour les céréales importées 4.851.444,89 livres. Il reste ainsi 3.196.555,11 livres, soit le bénéfice net, laissé à l'Egypte, après déduction des céréales importées. D'autre part, il faut observer que l'Egypte paie presque le double pour les céréales importées que pour celles produites sur place. Le système tripartite d'exploitation agricole permet une plus grande production en coton et en céréales qui pourraient récupérer la différence.

5. L'extension de la culture du coton rend le terrain très humide. La production en est réduite et on peut prévoir qu'un jour le sol sera sans valeur. Dans certaines contrées, on a cultivé jusqu'à 80 p. cent de coton. Le département de la surveillance des canaux d'irrigation fut obligé de laisser pénétrer un maximum d'eau dans les canaux, qui eut pour conséquence d'inonder les terrains : les racines des plantes ne

(33) Bureau de Statistique du Ministère de l'Agriculture.

pouvaient plus s'enfoncer assez dans le sol pour y trouver la nourriture nécessaire. Le Dr Laurence Bols, un éminent savant, et Gemson pacha, directeur des domaines de l'Etat égyptien, ont nettement établi qu'une des causes essentielles de la diminution qualitative et quantitative des récoltes est due à la sur-irrigation. Sir Braun également, contrôleur général du Ministère des Travaux publics en Egypte, affirme : « Malgré que le 50 p. cent de la terre soit à la disposition de la culture du coton, la qualité n'est pas à comparer à celle des récoltes du temps où l'Egypte ne cultivait qu'un tiers de sa surface arable en coton. » Le chef du laboratoire de recherches des industries de tissage réunies d'Angleterre, le docteur Bols, estime que si la capsule tombe et que le coton est faible, c'est le résultat d'inondations répétées en Egypte.

6. La surplantation du coton est également la cause d'une négligence de la culture d'autres produits agricoles. Le sol n'est pas suffisamment aéré et ensoleillé.

Mr. Hius, ex-chef chimique du Ministère d'Agriculture d'Egypte, souligne encore ce que chacun sait : « Quand on laisse reposer le sol pendant plusieurs mois par année, il retrouve la capacité de produire en récupérant, dans une certaine mesure, les forces qu'il a perdues. »

7. Avec le système tripartite d'exploitation, qualité et quantité s'améliorent; on peut donc espérer une augmentation des prix. Le tableau n° XI (voir annexe à la fin de la thèse) indique la récolte moyenne sur les terrains qui ont appliqué le système tripartite depuis l'année 1912. Il nous suffit de connaître les

résultats contrôlés entre 1920 et 1925. Le tableau n° XII (voir annexe à la fin de la thèse) relève également les bonnes récoltes en coton, seigle et doura, obtenues par le système tripartite aux champs de Gemmessa.

Les tableaux XI et XII de l'annexe prouvent donc clairement que les récoltes n'ont pas diminué; mais il est indubitable que l'augmentation est due aux méthodes d'exploitation.

Afin de prouver le bien-fondé de nos allégations (voir annexe tableau XIII) nous observons de 1911 à 1925 une récolte moyenne dans une des meilleures provinces de l'Egypte (Menoufia), où le système tripartite n'a pas été pratiqué.

Dans le tableau n° XIV, nous choisissons la meilleure qualité de coton, le sakellaridis, comme base de comparaison, et nous obtenons ainsi la certitude que le système dualiste d'exploitation a une mauvaise influence sur les récoltes.

IV.

Le préjudice du système dualiste de culture

On a déjà vu que l'importation des blés étrangers est nécessitée par l'ancienne méthode d'exploitation irrationnelle. D'autre part, il faut considérer que les 300.000 feddans de coton cultivés en surplus sur 1/3 des terres arables, donnent un résultat de 8.048.000 livres égyptiennes annuellement (sans la diminution de 4.851.444 livres de blés achetés à l'étranger), mais cela n'indique qu'un bénéfice apparent,

car l'Egypte, dans les dernières 28 années, a subi une perte causée par la culture intensive du coton et se chiffant par 410.053.321 L. ég., ce qui revient à une perte annuelle de 6.596.761,46 L. ég. (34). Ces chiffres semblent suffisamment expressifs et dispensent d'une meilleure preuve.

V.

Concurrence étrangère en coton

Le coton sakellaridis est envisagé dans le monde entier comme la meilleure qualité, et c'est l'Angleterre qui en est le consommateur principal. On peut prévoir que la qualité du sakellaridis se maintiendra, mais cependant, on ne peut pas affirmer que l'Angleterre en restera le consommateur principal. Cette incertitude est due avant tout à la lutte de concurrence que mènent les industries anglaises, et aussi à la situation économique difficile qui oblige l'Angleterre à trouver bientôt une issue. Il n'y en a que deux pour elle : ou bien acheter une qualité inférieure, ou cultiver elle-même dans une de ses grandes colonies. Il est probable que l'Angleterre ne voudra pas renoncer à sa réputation mondiale de fabrication de qualité fine en tissus de coton, et par cela même, elle sera

(34) 1) Perte en 28 ans par suite d'un surplus de culture de 300.000 feddans 1.410.053.231 livres égyptiennes.

2) Annuellement (div. par 28) 14.644.761 livres égyptiennes.

3) Bénéfice du surplus de culture annuelle (300.000 feddans) 8.048.000 livres égyptiennes; Perte réelle 6.526.761 livres égyptiennes.

engagée à choisir la seconde alternative, soit, produire elle-même. Le Soudan anglo-égyptien (Algasira) est seul indiqué. C'est là que depuis longtemps, le capital anglais a aménagé l'irrigation et construit des barrages. La culture en coton de 300.000 feddans fut envisagée d'abord, mais en réalité, la canalisation est disposée de façon à assurer l'alimentation nécessaire en eau à 2 millions de feddans (35).

La politique économique anglaise n'est donc pas équivoque. Elle veut se rendre complètement indépendante du cultivateur égyptien et des prix de bourse. Elle veut éliminer les intermédiaires afin d'abaisser son prix de revient et amener en outre la récolte directement dans ses fabriques. Ces projets relèvent évidemment d'une habile politique et leur réalisation assurera à l'Angleterre une économie fort appréciable. En outre, l'ouvrier que fournit le Soudan travaille à vil prix. Peut-être pourrait-on objecter que l'Angleterre, outre les quantités importées de l'Egypte, a encore besoin de coton pour suffire à sa grande industrie.

L'Angleterre est assurément le consommateur principal, mais pas l'unique. Les Iles britanniques achètent annuellement 3 millions de cantars de coton en Egypte, nécessitant la culture de 700 à 800 mille feddans. Cette surface cultivée est bientôt atteinte au Soudan. Si l'Angleterre obtient des résultats satisfaisants, il est certain que l'Egypte en subira le contre-coup, et sera obligée d'envisager très prochainement la création d'une industrie de tissage propre.

(35) 2 millions de feddans = 85 millions d'ares environ.

Bien que l'Angleterre n'ait planté dans le Soudan que la meilleure qualité, elle n'en a pas obtenu une comparable à celle de l'Egypte. La sienne ne correspond qu'aux qualités inférieures cultivées au bord du Nil. Bref, on peut dire que le Soudan est le gros concurrent de l'Egypte, mais seulement en coton de qualité inférieure.

VI.

Autres pays

Le Soudan n'est pas seul concurrent de l'Egypte, mais aussi l'Ouganda, l'Irak, l'Australie, les Indes occidentales, la Nigeria et la Côte d'Or. Ces pays sont de sérieux rivaux de l'Egypte, et il est à prévoir que la surproduction du coton fera fléchir les prix au-dessous du prix de revient et que des crises économiques en seront la conséquence.

VII.

Concurrence dans d'autres matières premières

L'Egypte n'est pas seulement menacée dans la culture du coton, mais également dans l'importation de la soie étrangère. C'est un danger dont on devra tenir compte. La soie artificielle est aujourd'hui un article qui jouit d'une faveur progressive. Elle est bon marché et de bel aspect. Elle est facilement lavable et se prête à la confection de multiples objets d'usage tels que : bas, chaussettes, linge de dames et mes-

sieurs, vêtements et sous-vêtements, cravates, gants, nappages, tapis, etc., etc. Le producteur principal de soie artificielle est l'Allemagne, où se trouvent les syndicats connus de Bemberg et Agfa (de l'I. G. Farbenindustrie).

VIII.

Augmentation de la population

Le tableau ci-dessous emprunté au Département de statistique démontre que la population égyptienne s'est rapidement développée, de 1882 à 1927:

Années	Nombre d'habitants
1882	: 6.831.131
1897	: 9.734.404
1907	: 11.287.359
1917	: 12.750.918
1927	: 14.168.756

En 1927, le pays a atteint le chiffre maximum d'habitants pouvant se nourrir des produits de l'industrie agricole égyptienne, ce qui confirme encore l'urgence d'une industrie propre.

Le tableau n° XV de l'annexe prouve que la limite maxima a été atteinte dans la province Menoufia. Cet accroissement est dû aux raisons suivantes:

1. L'Égyptien n'est pas un peuple émigrateur.
2. Les mariages y sont précoces.
3. Le taux des naissances est élevé.

D'où cette population retire-t-elle ses ressources ? Etant donné que le coton a atteint son maximum de rendement, il n'est plus susceptible de rester la ressource principale de l'Egypte. Celle-ci ne possède pas de colonies, à part le Soudan, qui a un climat terrible et nécessite en outre une organisation économique et technique.

Il est donc nécessaire d'améliorer la situation agraire de l'Egypte ou de créer une industrie qui pourrait fournir assez de travail et subvenir aux besoins essentiels de la population. Ces réformes sont si urgentes qu'il n'est pas exagéré d'affirmer que si l'Egypte n'intervient pas efficacement, elle est un pays perdu.

D'autre part, les besoins du peuple augmentent et ses prétentions s'accroissent. Ce qui autrefois était du luxe, devient aujourd'hui une nécessité. Comme partout, on y recherche une existence matérielle meilleure. Afin de nous orienter, le tableau n° XVI (voir annexe) confronte la consommation en tabac et en café et la consommation en articles manufacturés. Nous suivons une ligne ascendante des besoins d'existence et il est facile de réaliser pourquoi les campagnards émigrent dans les villes. En fait, les salaires que procure l'industrie sont une plus grande attraction que les revenus de la culture du coton. Au moment des crises cotonnières, le bénéfice des plantations est nul, et le paysan est obligé de faire appel à des crédits. Sa dépendance étroite à l'égard de la bourse crée une situation incertaine au cultivateur égyptien, qui malgré un labeur appliqué et persévérant ne peut assurer un modeste confort à sa famille. De ce fait, il est mécontent, quitte son terrain pour s'embaucher dans les capita-

les de provinces, et dans l'administration. Le tableau XVII de l'annexe présente cette centralisation. Ceux qui quittent la campagne veulent obtenir de meilleures places dans les villes et y mener une existence plus confortable. Mais puisque ces cultivateurs, outre les illettrés, ne se composent qu'en faible part de semi-intellectuels et en très petit nombre d'intellectuels, ils sont une charge pour les grandes villes.

Les illettrés ne possèdent pas d'argent et recherchent en général des places de domestiques ou de manœuvres. Ils affluent à tel point que le chômage est constant. D'ailleurs certains de ces individus constituent un danger car, inoccupés, ils menacent de devenir de mauvais sujets.

Quant aux semi-cultivés, ils viennent avec un peu d'argent et avec l'intention d'ouvrir boutique. Par cela même, il y a plus de magasins que de besoins à satisfaire. Des banqueroutes et des faillites continuelles en sont la conséquence inévitable. Ces gens ne sont en général pas commerçants et n'ont aucune éducation professionnelle. Ils ne connaissent pas les affaires et par conséquent ne choisissent ni l'emplacement, ni l'article susceptible de réussite. La concurrence étant trop grande, ce dillettantisme commercial conduit nécessairement à un échec.

Font partie du groupe des prétendus intellectuels ceux qui ont reçu une instruction au moins primaire. Tout leur désir est de travailler dans l'administration qui paie bien et garantit un avenir sans soucis, par des pensions et des retraites. Le tableau n° XVIII de l'annexe indique ce que le gouvernement égyptien paie en salaires et l'accroissement du nombre des employés. En 1926-27, l'Egypte déboursait pour tous ses fonctionnaires d'Etat 14.224.030 L. ég.

CHAPITRE III

AMELIORATION DE LA SITUATION ECONOMIQUE DE L'EGYPTE

I.

L'industrie du tissage

Le moyen éprouvé pour l'amélioration de la situation économique en Egypte est, nous l'avons vu, le système tripartite d'exploitation du coton. Selon ma propre opinion, on devrait planter seulement un quart de toute la surface arable. En outre, je préconise l'établissement d'une grande industrie de tissage pour lutter contre les méthodes irrationnelles qui consistent à exporter les matières premières et à la réimporter sous forme de produits manufacturés. Cette proposition même entraînerait d'ailleurs les économies suivantes :

1. Concernant l'expédition des matières premières.

- a) Tarif du lieu de production jusqu'au port maritime de l'Egypte.
- b) Taxes d'assurances.

- c) Pressage et emballage en balles.
- d) Provisions pour les agents et les courtiers en bourse.
- e) Frais d'entrepôts.
- f) Taxes d'exportation.
- g) Frêt.
- h) Assurances maritimes.
- i) Frais généraux de transports dans les pays consommateurs.
- j) Douane dans ces pays.

2. Concernant les produits manufacturés.

- a) Les frais de fabrication, supérieurs à l'étranger à cause des salaires et des impôts plus élevés.
- b) Transport et assurances du pays producteur jusqu'à son port.
- c) Transport et assurances maritimes jusqu'à un port égyptien.
- d) Taxes de douane d'importation sur les articles tissés (8 p. cent).

Si nous envisageons ces nombreux frais et observons les circonstances dans lesquelles ils se produisent, nous pouvons affirmer que l'industrie du tissage aurait un avenir en Egypte. Un coup d'œil sur la consommation annuelle des produits manufacturés de coton prouve la rentabilité d'une telle industrie. (Voir le tableau XIX, annexé).

On a pratiqué, en Egypte, de temps immémorial l'industrie du tissage de coton, soit le petit métier

ou l'industrie privée. La notion d'industrie privée n'a pas le même sens ni la même portée en Europe qu'en Egypte, où l'on entend par là une production limitée strictement aux besoins propres. On utilise avant tout de la laine, mais aussi du coton. Quelquefois le marché local offre, dans une mesure restreinte, quelques-uns de ses produits.

Les manufactures ont également un développement limité; pourtant on constate, dans ces dernières années, une augmentation de l'activité qui peut même affronter la concurrence de la soie artificielle. Les fabriques locales ont exporté en 1927 457.000 kilos et l'importation de la soie artificielle s'est réduite proportionnellement au développement de l'industrie locale. L'importation de la soie artificielle en 1925 atteignait un montant de 102.000 livres égyptiennes; en 1926 de 67.000 livres égyptiennes, en 1927 de 38.000 livres égyptiennes.

Le résultat encourageant de l'industrie du tissage est dû :

- 1) à la présence des matières premières,
- 2) aux nombreux débouchés,
- 3) à une main-d'œuvre peu coûteuse,
- 4) à de modestes impôts,
- 5) à la situation géographique favorable de l'Egypte. (Les pays d'Orient ne sont pas éloignés, ce qui diminue les frais de transport).

Quand une fabrique de tissage s'établit en Egypte, on achète les machines en Europe et on engage des spécialistes européens qui instruisent les ouvriers égyptiens.

La question du combustible. — L'Égypte peut, au lieu d'employer du charbon, utiliser sa propre matière carburante, le mazout; la houille blanche a également une importance capitale. Les barrages offrent déjà toutes les possibilités de produire de l'énergie électrique; ce n'est qu'une question de temps qui sera certainement réalisée un jour et permettra alors de considérer l'Égypte comme un pays industriel de premier ordre.

A. Il est important de mentionner la nouvelle société de tissage, la première grande fabrique d'Égypte (Shariket-Misr, pour le coton et le lin) qui a son siège à El-Mahala-el-Koubra, entre Le Caire et Alexandrie. C'est une pure société égyptienne, fondée avec du capital uniquement égyptien (capital entièrement couvert de 300.000 livres égyptiennes), son actionnaire principal est la Banque Nationale (Banque Misr) qui est également purement égyptienne dans son capital et dans son administration.

B. Après le tissage du coton vient celui de la soie qui est très étendu sous forme d'entreprise publique. En 1927, on exportait 201.000 kilos de la valeur de 391.000 livres égyptiennes. La Banque «Misr» a également fondé une succursale pour la fabrication de la soie et l'élevage du ver à soie, avec un capital de 30.000 livres égyptiennes.

Cette industrie nationale s'appuie sur les prérogatives suivantes :

1. Exemption des taxes de douane pour les machines.

2. Un tarif conventionnel pour les transports des machines sur les chemins de fer de l'Etat.

3. Un tarif spécial pour le transport des produits manufacturés.

4. Préférence du gouvernement pour l'industrie indigène.

C. Le troisième genre d'industrie de tissage comprend les usines de tissage de la laine qui ne sont pas importants, car le climat doux et tempéré n'exige pas le port de vêtements de laine. Le tableau n° XX de l'annexe prouve que l'industrie de la laine n'est pas très rentable, à moins qu'elle soit adaptée à la manufacture des tapis. Cette branche a pris un grand essor ces dernières années. Dans chaque école industrielle, le tissage des tapis a été annexé comme branche essentielle. Il existe déjà un bon nombre de petites fabriques. Une des meilleures est Abu-el-Hol (Fabrique de Tapis « Sphinx ») à Assiout (36). L'art de fabriquer des tapis a déjà atteint, en Egypte, un degré appréciable, car il n'y a plus de différence entre un tapis persan et un égyptien, dans la couleur, dans la qualité ou dans le dessin. Les tapis sont égyptiens dans le sens intégral de ce mot, car toutes les matières premières sont celles que produit le pays lui-même. Autrefois, on exportait la laine brute et on achetait la laine décatie de l'étranger. Le prix d'une livre de laine étrangère était de 20 piastres (37). Aujourd'hui on prépare la laine en Egypte; la livre ne coûte que 11 piastres. L'avantage économique s'explique de lui-même.

Après avoir esquissé la culture du coton et d'autres produits qu'exige le tissage, il est indiqué de jeter un rapide coup d'œil sur les autres plantations.

(36) Haute-Egypte.

(37) 1 piastre = 0.259 franc suisse.

II.

Culture des fruits

En dehors des plantations de coton, on devrait attribuer une grande importance à la culture des fruits parce qu'ils sont sains et qu'ils offrent de vastes possibilités à l'industrie des conserves. La tendance des Egyptiens d'abandonner la culture du coton au profit des plantations de fruits a donné déjà de fort bons résultats. De petites fabriques de conserves se sont déjà fondées. Elles produisent un aliment qui se présente dans de fort bonnes conditions et qui est en outre bien meilleur marché que le produit similaire importé. Mais il est nécessaire d'agrandir la surface de culture des fruits pour diminuer l'importation. Quant à l'exportation des fruits, elle est sans importance. Le tableau n° XXI de l'annexe relève les sommes énormes déboursées pour les fruits étrangers.

III.

La pêche

On sait que les côtes égyptiennes, soit vers la Méditerranée, soit vers la Mer Rouge, — le Nil et les lacs contiennent des poissons. Jusqu'à présent, cette poule aux œufs d'or, sauf pour la pêche aux anchois et aux sardines, n'a pas été exploitée comme elle devrait l'être. Si les Egyptiens voulaient manger plus de poisson que de viande, ce qui dans ce pays

très chaud serait une nourriture plus légère, l'importation de la viande de veau, de mouton et de chèvre pourrait être diminuée.

Il y a deux ans, une société égyptienne s'est constituée en vue d'organiser la pêche en grand et d'installer des fabriques de conserves, qui sont aussi des Maisons sœurs de la Banque Misr. L'exploitation a déjà commencé et a été couronnée de succès. Les prix de vente sont extrêmement bas. Cette société égyptienne applique les méthodes les plus modernes et possède six grandes baleinières. Le gouvernement a mis à l'étude les voies et moyens pour appuyer ce commencement, afin d'épargner annuellement 300.000 livres égyptiennes de conserves de poissons importées.

IV.

Le riz

Le riz est un autre produit agricole important de l'Egypte. Le surplus des besoins intérieurs s'exporte selon le tableau suivant :

Années	Quantité en kilos	Valeur en L. ég. (38)
1926	: 17.995.000	: 320.000
1927	: 37.424.000	: 518.000

(38) 1 livre égyptienne = 100 piastres = 25,92 francs suisses.

L'essor qu'a pris la production en 1927 est dû à la loi qui ramenait la culture du coton à un tiers de la surface arable. Malheureusement, le riz égyptien a été exposé à une grande concurrence de la part de l'Espagne et de l'Italie du fait que dans ces deux pays le nettoyage et la décortication se font dans de meilleures conditions.

Si les 332 rizeries du pays pouvaient se procurer des machines plus modernes, il est évident que le riz égyptien saurait lutter efficacement contre toutes les concurrences, car sa qualité est meilleure et son prix de revient plus bas.

V.

La maroquinerie

La maroquinerie est une des industries les plus anciennes de l'Egypte, mais elle n'est pratiquée que sur une faible échelle. Presque le 90 p. cent de toutes les fabriques de ce genre travaille selon des procédés traditionnels et primitifs. Il faut ajouter aussi que si l'abattage s'exécutait avec davantage de précautions, les peaux pourraient être mieux chamoisées et obtiendraient un prix beaucoup plus élevé. Il est également certain qu'alors elles pourraient satisfaire complètement le besoin propre des manufactures de chaussures, de valises et d'autres fabriques de maroquinerie. Cette industrie demande donc une attention particulière et il n'est pas douteux que ces faits étant signalés et étudiés, l'avenir réserve de grandes possibilités. Le tableau ci-dessous indique les quantités et la valeur des peaux exportées :

Années	Peaux brutes en kgs.	Valeur des peaux brutes en L égt.	Peaux chamoisées en kgs	Valeur des peaux cham. en L égt.
1926	: 2.550.000	: 197.000	: 936.000	: 199.000
1927	: 3.023.000	: 211.000	: 1.215.000	: 177.000

En confrontant les prix obtenus pour les peaux brutes et ceux résultant des peaux chamoisées, on en infère qu'une pareille industrie peut s'attendre à un gros succès.

VI.

Les cigarettes

L'industrie du tabac a subi une curieuse évolution, car les matières premières, le tabac et le papier, viennent de l'étranger. C'est grâce au climat égyptien que les manufactures ont pu se développer et produire des qualités excellentes jouissant d'un renom mondial. Ces derniers temps, la demande de cigarettes égyptiennes a diminué, car certaines manufactures ont établi des succursales en Europe, pour épargner les taxes d'importation et d'exportation. Mais les cigarettes confectionnées dans les fabriques européennes ne sont pas aussi bonnes, car il leur manque les conditions favorables du climat égyptien. Actuellement, on les achète à cause du nom, mais il est évident que bien peu de connaisseurs s'attardent encore à distinguer les cigarettes strictement égyptiennes des européennes. Pour rendre à la cigarette égyptienne toute sa valeur, le gouvernement égyptien garantit, par une étiquette, l'origine de chaque

boîte de cigarettes importée; il a fait connaître cette mesure à l'étranger pour en aviser les fumeurs. De ce fait, l'exportation s'est accrue de 189.000 kilos en 1926 à 234.000 kilos en 1927.

VII.

Le pétrole

L'extraction du pétrole est relativement récente. Les premières sondes ont été posées en 1912 et ont donné un résultat de 14.400 quintaux. Progressivement, le rendement s'améliora et en 1927 on obtenait 192.000 quintaux. Cette industrie extractive devait bénéficier d'une attention particulière, puisque c'est un combustible par excellence qui, d'autre part, se prête à l'exportation. L'Angleterre, consommateur principal, acheta en 1927 18.000 quintaux d'essence. (39).

Les industries citées jusqu'ici sont les principales de l'Egypte; il va de soi qu'on pourrait encore les améliorer. Elles sont en même temps un contre-poids à l'exploitation agricole et aux complications croissantes d'ordre social; on devrait également mieux organiser l'industrie des meubles qui déjà s'est établie et promet un résultat réjouissant. Avant tout, il faut envisager la constitution de sociétés d'exploitation sur une base plus large. Il semble que c'est une faute nationale de tenir à être chacun seul et unique propriétaire d'une fabrique, au lieu de trouver l'ap-

(39) Rapport au Cabinet égyptien.

pui nécessaire dans la direction du développement général de l'économie qui tend essentiellement à l'union. Cette confiance en soi est une caractéristique de l'Egyptien. Mais la concurrence d'aujourd'hui exige un solide fondement qui semble être réalisé dans la réunion des capitaux et des dirigeants capables. Les sociétés sont beaucoup plus aptes à rationaliser la fabrication et à obtenir les crédits nécessaires à une exploitation fructueuse.

CHAPITRE IV

L'INDUSTRIE VERRIERE ACTUELLE EN EGYPTE

Les recherches historiques et les fouilles entreprises ont démontré que l'industrie du verre a pris naissance en Egypte. Il est certain que les méthodes de fabrication du verre répandues dans le monde entier ont leur source commune dans les procédés des maîtres égyptiens de l'art verrier, pratiqué dès 3 à 4.000 ans avant J.-C.

C'est presque un anachronisme aujourd'hui, puisqu'il n'y a plus en Egypte que quelques petites verreries qui n'ont que le caractère du petit métier, et non l'envergure des grandes fabriques européennes. Ces petites verreries sont héréditaires et travaillent d'après des méthodes primitives, sans le concours des machines. On ne remarque d'ailleurs aucune tentative propre à les doter des installations et de l'organisation qu'exige la structure économique actuelle. La production en est très restreinte et dans la majorité des cas, elle diminue plutôt qu'elle ne s'accroît. Au surplus, elle dépend des conditions d'âge et de santé de l'ouvrier ainsi que de sa persé-

vérance. Nombre de ces métiers disparaissent au décès du père s'il n'y a pas d'enfant (40). S'il y en a, ces héritiers préfèrent encore se lancer dans un métier plus facile et moins dangereux pour la santé.

Il est indispensable à l'industrie du verre de se libérer de ces éléments fragiles (âge, santé) et de rechercher un remède dans l'emploi de machines et d'outils qui sont à l'abri de ces contingences. Les machines modernes de verrerie, et nous pensons particulièrement aux machines automatiques, assurent une production constante, un article standardisé, seuls aptes à lutter efficacement contre la concurrence.

L'état actuel se caractérise par l'absence complète d'une industrie du verre proprement dite, organisée selon les principes et les méthodes modernes de travail et d'exploitation. Cette situation semble anormale, car les conditions particulières à la fondation d'une telle industrie semblent remplies : ni les débouchés, ni la matière première et la main-d'œuvre, ni les moyens de transport ne font défaut. L'Egypte semble tout au contraire particulièrement propice à l'établissement d'une industrie du verre. On ne semble pas y avoir pensé jusqu'ici. C'est parce que le pays était trop lié à la tradition agricole; et pourtant, l'Egypte offre une chance de succès de premier ordre.

En passant successivement en revue les éléments nécessaires à cette industrie, on constate en premier lieu que l'Egypte est abondamment pourvue de ma-

(40) Adam Smith, recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations. Livre premier.

tières premières de qualité supérieure : un sable fin, de la même qualité que celui de Campine en Belgique, se trouve à Abbasia (banlieue du Caire). Ce sable fin a encore l'avantage d'être à nu et ne nécessite, par conséquent, pas les frais énormes d'extraction de celui que possède le royaume de Belgique.

La soude se trouve à Mariot et correspond à la qualité usuelle employée dans la fabrication du verre. En outre, l'Égypte est richement pourvue en carrières de marbre et en gisements de chaux. Ceux-ci, il est vrai, se trouvent plus au sud, mais comme on le verra plus loin, le Nil offre un moyen de transport tout à fait adapté à cette marchandise de forte densité. Ces substances ont été souvent soumises à des analyses chimiques et se sont révélées favorables.

L'Égypte fournit un combustible excellent et avantageux sous forme de mazout. Celui-ci contient jusqu'à 11.000 calories. Précédemment, nous avons déjà fait allusion à la houille blanche et au pétrole.

En ce qui concerne la main-d'œuvre proprement dite, elle fait défaut. Par contre, l'Égypte dispose d'ingénieurs et de chimistes spécialistes ayant une longue pratique à l'étranger.

Quant à l'ouvrier qui, dans l'art du verre, doit être au moins demi-spécialiste, sinon jouir d'une instruction professionnelle complète, il pourra être recruté dans les centres verriers européens, selon le procédé maintes fois appliqué dans d'autres domaines de l'industrie. L'Égyptien est persévérant dans son activité et il est d'une conception facile. Il a été prouvé souvent que dans un temps très limité, l'artisan égyptien a su s'adapter parfaitement. Ainsi, par exemple, dans l'industrie du tissage : le spécia-

liste et le contre-maître étrangers ont été presque supplantés par l'ouvrier égyptien qui réunit une habileté étonnante à un doigté parfait. Il est vrai qu'il ne prend pas conscience de la technique proprement dite, mais qu'instinctivement il sait tirer tous les avantages qu'elle offre. Le fait que le travailleur indigène se dirige plutôt par intuition que par de véritables connaissances a été maintes fois observé par des étrangers et a décidé souvent la création de fabriques dépendant directement de la qualité de l'ouvrier.

Quant aux moyens de transport, l'Egypte est admirablement organisée. Tout d'abord, les chemins de fer du pays réunissent des conditions essentielles dans ce domaine, c'est-à-dire la rapidité, la sûreté, les tarifs peu élevés. Du reste la réalisation de tout un programme de tarifs a été prévue. D'autre part, la canalisation du Delta du Nil offre un moyen de transport idéal pour les matières premières que nécessite l'industrie du verre, le réseau relie dans tous les sens les contrées les plus fertiles. (Donc débouchés de premier ordre.)

L'Egypte peut également lutter contre la concurrence étrangère. Les salaires sont peu élevés. Le prix des constructions est nécessairement inférieur à celui d'Europe qui, selon le chiffre index 1926-27, est de 174 (Howard's Barometer of Economical conditions). Si la concurrence provient de la production inégale dans les conditions différentes, elle est alors un aspect de la liberté économique. L'Egypte, précisément peut être poussée à déployer toute son activité, stimulée par ses richesses naturelles, la fertilité de son sol et son climat merveilleux.

Au cours des événements qui se sont déroulés dès 1919, le mouvement national s'est accentué. On observe ce phénomène dans d'autres pays aussi, mais en Egypte, il a pris une direction particulière. Jusqu'à la fin de la guerre mondiale, les Egyptiens ne trouvaient presque pas de capitaux dans leur pays. Ceux-ci étant immobilisés dans les entreprises agricoles.

Le déséquilibre économique et les crises qui suivirent ont déçu beaucoup de capitalistes égyptiens et on constate un revirement dans la politique financière privée. Aujourd'hui on trouve des capitaux en suffisance et les placements dans l'industrie nationale sont particulièrement recherchés.

Nous venons d'exposer dans les grandes lignes qu'une industrie verrière est réalisable en Egypte. Il a été passé en revue, sommairement, les chances de succès qu'offre cette exploitation. Dans les chapitres suivants, nous reprendrons en détail les éléments fondamentaux qui, selon une formule générale, assurent le succès à toute industrie et qui peuvent s'appliquer aussi à l'industrie verrière en Egypte.

CHAPITRE V

I.

L'EGYPTE ENTRE LE 19^e ET LE 20^e SIECLE

Depuis des siècles, la fabrication du verre en Egypte est insignifiante. Il n'y a plus de verreries, en dehors du travail à domicile déjà cité. L'Egypte est ainsi obligée d'importer ce qu'elle consomme.

Vers la fin du XIX^e siècle (41), sous le règne du Khédive Abbas II, on a essayé de ramener cette industrie. En effet, en 1897, des entrepreneurs égyptiens et étrangers tentèrent — d'un commun accord et sous le haut patronage du prince Omar Toussoun, de concert avec d'autres membres influents de la ville d'Alexandrie — de fonder une verrerie. Les ouvriers furent embauchés à l'étranger dans des conditions diverses. La construction accélérée de la fabrique ne retarda pas la production. Les objets manufacturés étaient d'une excellente qualité et les prix fixés relativement bas. La fabrique s'agrandit au fur et à mesure des besoins et soutint parfaitement la

(41) Hasabo Mohammed Bey, Lettre et rapport sur les verreries d'Alexandrie, le 24 janvier 1928.

concurrence. Malheureusement, les membres de cette société et les administrateurs n'étaient pas des spécialistes en la matière et n'avaient aucune expérience dans cette branche. Cette jeune entreprise fut un jour l'objet de la visite d'un grand entrepreneur étranger qui proposa d'acheter tous les produits d'un genre défini à un prix plus élevé. Le conseil d'administration y voyait une sorte de monopole et prévoyait que les autres articles en souffriraient. La proposition fut donc écartée. Il s'ensuivit un désaccord entre cette entreprise et l'industriel étranger et ses agents. Puis les ouvriers eux-mêmes se scindèrent en deux partis. Le bon fonctionnement de l'usine fut atteint et la production diminua. Plus tard l'administration elle-même se divisa, aggravant encore la situation. De plus, la vente n'était pas organisée et l'écoulement des produits n'était pas rationnel. Les étrangers abaissèrent artificiellement les prix de vente, pratiquant ainsi, d'une manière rigoureuse, la méthode du dumping. La conséquence fut inévitable. La fabrique ferma ses portes.

II.

LA VERRERIE DU JARDIN L'EL-KOUBBEH (42)

Après un intervalle de 30 ans environ, c'est-à-dire en 1927, un pharmacien, le Dr Baheri Nossouhy, fonda une verrerie à El-Koubbeh, un faubourg du Caire. On y fabrique toutes sortes de bouteilles et de flacons.

(42) Dr Bahery Nossouhy, l'Egypte industrielle.

La fabrique n'est pas très grande, à peine 400 m², située à peu près à 50 m. du village Waillie-el-Koubra, à deux minutes du canal Ismailieh et à un quart d'heure de la station ferroviaire de Manshiet-el-Sadr, près du pont de Koubbeh. La verrerie se compose d'une salle de machines et de fourneaux, d'un réservoir souterrain de ciment armé pouvant contenir 35 à 40 tonnes de mazout, d'un bureau, de magasins et de dépendances. Les machines sont actionnées par un moteur semi Diesel-Tangy, dernier modèle de 35 H. P. Il y a quatre machines demi-automatiques pour la fabrication de bouteilles, de gobelets et de flacons de toutes les grandeurs et de toutes les formes. La production journalière de cette verrerie atteint deux tonnes de verre.

III.

LES TEMPS NOUVEAUX

L'industrie du verre a été rénovée par l'introduction des machines et particulièrement des machines automatiques. En conséquence, un bouleversement capital s'est produit et a entraîné des répercussions considérables. Malheureusement, les machines ne peuvent pas toujours remplacer l'artisan. Certains objets doivent cependant être confectionnés à l'aide de la canne du verrier. L'industrie du verre a rapidement évolué et compte des fabriques dans tous les pays : Tchéco-Slovaquie, 4.000 avec 30.000 ouvriers ; Grèce 9, avec 650 ouvriers ; France, Belgique, Allemagne, Angleterre, Espagne, divers Etats de l'Amé-

rique, comptent de 200 à 700 verreries, avec 4.000 à 15.000 ouvriers (43).

La Tchéco-Slovaquie et la Belgique sont en tête de liste. Ces industries achètent en France leurs matières premières. L'Egypte est le seul pays qui dispose sur son territoire de toutes les matières premières et du combustible nécessaire, avec cet avantage immense que les distances de transport sont réduites.

(43) Dr Bahery Nessouhy, Mémoire au département de l'Industrie et du Commerce du 6 avril 1928.

CHAPITRE VI

AUTRES RAISONS QUI PERMETTENT DE CROIRE AU SUCCES D'UNE INDUSTRIE VERRIERE EN EGYPTTE

Le tableau n° XXI de l'année 1882-1927 (voir annexe), montre la consommation du verre en Egypte qui a atteint ces dernières années une demande importante. Exprimée en chiffres, sa valeur est d'un demi-million de L. égypt. et représente une quantité à peu près intégralement importée puisque le consommateur indigène est obligé de se pourvoir à l'étranger, faute d'une industrie nationale qui pourrait offrirait de multiples avantages.

La fabrication sur place diminue les délais de livraison. Les articles répondent mieux au goût du pays. Les frais de transport, d'assurances, de taxes douanières réduits abaissent le prix de revient. Les intermédiaires sont supprimés.

La situation géographique de l'Egypte comme centre de transit permet d'envisager l'exportation du surplus de la consommation nationale.

Considérons maintenant les deux facteurs suivants : l'aide du gouvernement et l'emplacement.

1. *L'aide du gouvernement.* — En poursuivant notre étude des conditions techniques et économiques, nous devons ouvrir ici une parenthèse. Presque tous les gouvernements ont accordé à leurs industries des facilités d'épanouissement. Nous estimons que le gouvernement égyptien devrait en faire autant. Des révisions de traités douaniers, la conclusion de nouveaux traités de douane et de commerce, l'établissement de taxes et de tarifs d'exception, sont les moyens élémentaires d'extension industrielle, dont le gouvernement égyptien s'est malheureusement très peu, on peut dire insuffisamment prévalu.

En dehors d'une réglementation d'ordre juridique, le gouvernement pourrait accorder une plus grande importance à une intervention morale et matérielle.

L'industrie nationale devrait avoir dès longtemps supplanté l'industrie étrangère, même si les articles indigènes sont plus chers. La question des facilités de crédit pourrait en tous cas être prise en considération. Le gouvernement égyptien devrait également, nous semble-t-il, envisager une participation directe dans les entreprises dignes de son intérêt.

Une autre question s'impose : quels sont les objets qu'on doit fabriquer en Egypte ? Le tableau n° XXII, annexé à ce travail, détermine les genres principaux de la consommation. Ce sont en particulier les imitations de pierres précieuses, de perles, les réipients et gobelets de toutes sortes, et divers objets de ménage. Ces articles ne demandent pas des installations coûteuses. En outre, ils ne dépendent presque pas de la mode et sont à peu près tous, pour le peuple égyptien, des articles de première nécessité.

2. *L'emplacement.* — La question de l'emplacement de l'industrie verrière est capitale. Il est beaucoup d'industries qui, théoriquement, accusent une bonne rentabilité, mais qui, dans la pratique, échouent faute du choix d'un emplacement approprié. Ces remarques s'appliquent à l'industrie du verre en particulier. Le Caire, capitale de l'Egypte, siège du gouvernement et de l'administration, peut être considéré comme étant l'endroit le mieux adapté. Cette ville est à proximité des matières premières, ce qui réduit les frais de transport. Elle est la première de toute l'Egypte pour la consommation: c'est donc un débouché certain. Le Caire n'est pas seulement un centre économique international, mais aussi national. Il est situé sur le Nil, et relie directement toutes les villes de la Haute-Egypte et de la Basse-Egypte par un réseau ferroviaire organisé. Cette centralisation est la condition première de l'industrie moderne.

CHAPITRE VII

LA FABRICATION MODERNE DU VERRE

A. — LA FUSION DES MATIERES PREMIERES

I.

Principes directeurs

La diffusion des articles en verre est parallèle à la généralisation de l'industrie. La demande alimentée par la démocratisation du luxe, a entraîné une consommation grandissante d'année en année. Par conséquent, une augmentation de la production s'impose.

A « l'Artisanat » d'autrefois a succédé la fabrication au moyen de puissantes machines. La tendance du développement est nette : les pièces uniques sont remplacées par l'article en série. Le travail manuel est progressivement écarté par l'introduction de machines qui permettent d'abaisser les prix de revient. Cette transformation a d'autres conséquences heureuses : la santé de l'ouvrier est sauvegardée, et les patrons trouvent leur avantage dans la réduction du

personnel. Le véritable verrier spécialiste, souvent artiste, devient si rare, que son salaire renchérit le produit outre mesure.

Les machines peuvent être utilisées aujourd'hui pour tous les genres d'objets. On en connaît deux sortes : celles à main et celles à air comprimé. Ces dernières sont employées de plus en plus, car l'ouvrier peut vouer toute son attention à l'objet en cours de fabrication, tandis que les machines à main demandent une assez grande force physique et l'ouvrier est souvent trop fatigué pour donner au produit toute l'attention nécessaire. Les machines à air comprimé produisent mieux et plus vite.

Le travail préparatoire, comme celui du mélange des matières premières et la fusion proprement dite, bénéficient d'une technique simplifiée et améliorée par rapport à celle d'autrefois. Dans l'exposé qui suit, nous passons en revue les méthodes de travail dans une fabrique de verre. Souvent, nous nous référons à des procédés antérieurs afin de mettre en relief les progrès accomplis.

II.

La matière première et son traitement

Pour le verre ordinaire, la matière première essentielle provient directement de la terre. L'élément principal est le sable fin. Celui-ci doit être exempt de fer et d'oxyde d'aluminium, car ces substances contre-carrent souvent la fonte en facilitant la formation de petits morceaux réfractaires à la fusion.

La silice se trouve à l'état de nature sous forme de sable, de quartz, de grès, de silex. De tous les minéraux qui contiennent la silice, seul le sable convient à la fabrication du verre. On distingue diverses qualités de sable : celui des dunes, celui du désert, celui des fleuves, celui des plages. Toutes ces espèces variées sont également utilisées pour la fabrication du verre. Le cristal particulièrement exige un sable excessivement pur qui n'est pas très répandu. En Europe, on trouve un sable spécialement apte à la fabrication du verre, en Allemagne, dans le Midi de la France, et récemment aussi en Russie. Pour l'Allemagne les emplacements principaux de sable de qualité se trouvent en Allemagne centrale, dans l'Oberlausitz, le Bas-Rhin et dans le Palatinat.

Le choix d'un bon sable dépend de la grosseur du grain et de la quantité des substances débourbées. Le sable ne doit pas être mélangé aux autres matières premières à un degré de chaleur avancé, afin d'éviter la formation de grumeaux. Avant d'être utilisé, il doit être lavé, nettoyé et séché. Ce travail préparatoire permet une cristallisation de 100 p. 100.

Dans l'ordre de leur importance, la soude est le deuxième élément du composé à obtenir. La présence de carbonate de soude (natron) exerce une influence favorable sur la fonte. D'autres matières contiennent également du natron, par exemple le sel, qui par sa composition chimique ne peut pas être utilisé dans la fabrication du verre. Une bonne soude est en général d'une blancheur pure, signe que la proportion de fer est minime. La soude jaune fait exception; le sulfate et le chlore qu'elle contient ne sont pas un inconvénient et exercent au contraire une action épuratrice.

La chaux est la troisième substance à la base de la fabrication du verre. C'est elle qui provoque la cristallisation. On n'emploie que la chaux vive. Les matières premières telles que le sable, la soude et la chaux sont essentielles pour la fabrication du verre. D'autres éléments entrent dans la composition de la pâte, suivant la qualité du verre désirée.

Divisons les matières premières en trois groupes :

- a) les substances de cristallisation.
- b) les matières colorantes.
- c) les matières décolorantes (agents réducteurs).

La substance de cristallisation introduit des oxydes acides et des oxydes anhydrides.

Les matières colorantes utilisées sont : l'oxyde d'argent, le sesquioxyde de chrome, le protoxyde de cobalt, le protoxyde de cuivre, le bioxyde de cuivre, le protoxyde de fer, le sesquioxyde de fer, le bioxyde de manganèse, le protoxyde de nickel, l'oxyde d'urane, le charbon, le soufre et l'antimoniate de plomb.

Les principales matières décolorantes, ou agents réducteurs, sont, à l'état gazeux : le carbone, le soufre, le sélénium, le phosphore et l'hydrogène. L'oxyde de plomb, le peroxyde de fer influencent aussi la coloration par voie de réduction.

Le sable se trouve en couches superposées dans la nature. Les couches d'une couleur claire révèlent un sable pur tandis que les couches plus foncées accusent un plus grand pourcentage de matières organiques.

Le sable clair n'en est pas absolument dépourvu, mais la proportion en est minime. On emploie aussi le sable des couches foncées, mais après lui avoir fait

subir une préparation spéciale pour le nettoyer et le débarrasser de ces éléments superflus.

C'est avant tout par des lavages répétés qu'on obtient un sable fin et clair délivré de toutes les substances nuisibles à la fabrication. En général, le nettoyage s'opère à l'endroit même de l'extraction. Il est très avantageux de trouver de l'eau courante à proximité de ces gisements. Les installations sont plus faciles à aménager et on évite les gros frais d'appareillage de pompes destinées à amener l'eau. Plusieurs entreprises d'extraction ont d'excellentes installations de lavage, mais très coûteuses et exigeant de tels frais d'exploitation que certaines sociétés nouvelles sont obligées de s'en tenir aux vieilles méthodes. Ce sont des procédés primitifs par lesquels on introduit le sable dans des caisses de bois perforées permettant l'écoulement. On passe le sable dans ces caisses directement au travers d'un crible, puis on asperge d'eau à l'aide d'un jet et on remue le sable. Après ce lavage répété, on laisse le sable à l'air pour le sécher. Dans certains cas, on amène le sable encore humide dans les verreries où des fourneaux spéciaux le sèchent. Il est essentiel que le sable soit bien sec, car on évite ainsi une altération du poids. Etant donné que le sable, la soude et la chaux doivent être fondus dans une proportion déterminée, l'eau contenue dans le sable fausserait cette proportion. En ce qui concerne le sable, il y a toujours des précautions à prendre, car même étant sec, il se peut qu'il absorbe encore de l'humidité dans les entrepôts. Pendant un temps de pluie, le sable peut tirer jusqu'à 10 p. 100 et pendant l'hiver, même jusqu'à 20 p. 100 d'eau. Il est donc recommandable de sécher le sable juste avant l'emploi. En outre, le verre étant le résultat du mélange ou de

la combinaison de silicates alcalins et de silicates terreux, l'eau a sur eux une action dissolvante analogue à celle qu'elle a sur les silicates alcalins seuls. Les grands chimistes Lavoisier et Griffith ont fait des expériences répétées, par des distillations et des condensations successives, pour déterminer exactement l'altération en poids due à la présence d'eau. Plus le verre est alcalin, plus il est altéré.

Diverses espèces de fourneaux servent au séchage; dans ce but, ils doivent développer une chaleur de 4 à 500 degrés. Le combustible employé généralement est le coke. Les fourneaux à tuyaux transversaux sont les plus répandus. Au fur et à mesure de l'évaporation de l'eau, le sable séché descend au travers des tuyaux, pressé par le sable encore humide. Ces tuyaux sont alimentés par la chaleur détournée des fourneaux à fusion. Le quartz, en particulier, perd facilement son humidité et sèche en peu de temps. Dans certains cas, ce sable est soumis à une température plus haute pour en faciliter ensuite la fonte. Cette préparation n'est cependant pas indispensable, sauf pour la fabrication du verre dur. (44).

Les tableaux numéros xxiii, xxiv, xxv et xxvi de l'annexe, indiquent quelques recettes donnant une idée du mélange et des combinaisons introduites dans les fourneaux à fusion.

La matière première est entreposée généralement dans des pièces spéciales où elle est mélangée. Ces pièces sont exemptes de poussière et sèches. Le sable, la chaux et la soude sont placés, dans des entrepôts spécialement aménagés à cet effet, divisés en boxes, dans

(44) «Der praktische Glasschmelzer», Dresden, 1928, Verlag «Die Glashütte».

lesquelles ces matières premières sont déposées sur des planches de bois d'une épaisseur de 5 à 10 cm. placées à 5 cm. du sol. Les matières premières accessoires plus fines, utilisées seulement dans des quantités plus restreintes, comme les substances colorantes et décolorantes, sont conservées dans des armoires. Tous les récipients contenant des matières chimiques sont munis de couvercles et d'étiquettes fixes, afin d'éviter des échanges entraînant des erreurs préjudiciables. Dans les entrepôts se trouvent de grandes tables avec des balances de différentes limites de poids. Dans les entreprises primitives et mal organisées, le pesage se fait à la main, tandis que dans les verreries modernes, on utilise les balances automatiques pouvant se déplacer de boîte en boîte, y déposant ainsi les quantités nécessaires de matières premières. Ces quantités sont inscrites sur chaque boîte. Un dispositif spécial permet de déplacer le chariot de pesée seulement quand sa charge a atteint le poids indiqué. Le chariot transporte alors les matières premières dans l'entrepôt à mélange où le poids des quantités est encore vérifié. Les substances destinées au mélange doivent avoir un degré déterminé de pulvérisation, cependant pas aussi fin que la farine, car l'air serait empêché de pénétrer et de ralentir la fusion. Le sable, riche en silicates alcalins très fusibles peut être employé tel quel, tandis que la chaux, l'alumine, le manganèse, etc., doivent être d'abord pulvérisé par des machines.

Le mélange de ces composants se fait de deux manières. Autrefois on utilisait des fléaux en bois ou en métal. Ce procédé demandait relativement beaucoup de temps et ne donnait pas le résultat obtenu aujourd'hui grâce aux machines de mélange modernes

actionnées par l'électricité. Le mélange est transporté au four de fusion dans des caisses fermés. On y ajoute aussi les déchets de verre (45), qui ont été préalablement pulvérisés et constituent une économie appréciable.

III.

Le procédé de fonte et l'aménagement des fourneaux à fusion

La composition vitrifiable est introduite dans des fours à fusion de deux sortes:

le four à pots ou creusets et le four à bassin unique.

Le premier four sert à la fusion de plusieurs espèces de mélanges diversement colorés. A cette fin, le four contient plusieurs pots généralement 6 à 12, mais aussi 4 ou 16 pots. La condition essentielle dans la fusion de plusieurs sortes de substances est la température égale. Le four à creusets a l'aspect d'une chambre voûtée, ronde, ovale ou longue, il est composé d'une partie supérieure avec les pots servant à la fusion et d'une partie inférieure servant de foyer. Le four doit être fait d'une matière réfractaire pouvant supporter une chaleur de 1.800°. (Ces fours sont en briques réfractaires). Le four supérieur est quelquefois en briques de Dinas, provenant principalement de «Findlingsquarzit» du pays de Galles et les pots se trouvent le long de la paroi. Ceux-ci sont en communication

(45) Tenant compte d'y ajouter toujours les mêmes déchets provenant d'une qualité déterminée.

directe avec l'extérieur et permettent d'introduire de la mixture. C'est aussi par ces ouvreaux qu'on retire la masse fusionnée. Les creusets sont des récipients évasés dans le haut, d'une hauteur de 50 à 100 cm. et d'un diamètre de 50 à 150 cm. Leurs parois ont de 6 à 7 cm. d'épaisseur. Ils sont faits d'une matière réfractaire choisie avec soin. Pour les qualités de verre supérieures, comme par exemple le cristal, les creu-

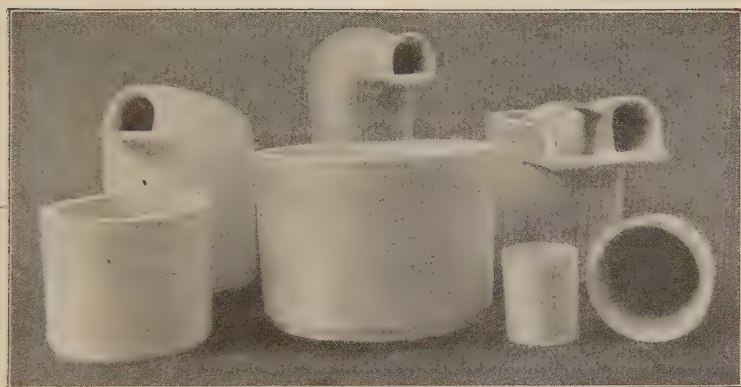


Fig. 14. Différentes formes de creusets

Cliché de Jenaer Glaswerk Schott und Gen. Jena, Allemagne.

sets sont munis d'un couvercle, se terminant par une sorte de bec fermé qui leur donne la forme d'une cornue à col trapu. Cette disposition empêche les gaz et les cendres de pénétrer. Beaucoup de verreries fabriquent elles-mêmes les creusets malgré qu'il y ait des usines qui s'en occupent spécialement. Une fabrique de quelque importance a avantage à faire ses creusets elle-même, car le transport en est extrêmement délicat. Il peut provoquer des fissures impercep-

tibles qui se révèlent seulement sous l'action de la haute température du four qui les fait éclater; la masse alors se répand. La fabrication des creusets demande beaucoup de précision et une surveillance constante de la température au moment du séchage qui dure plusieurs mois. Pour obtenir un séchage bien régulier, il faut opérer très doucement et placer toutes les surfaces dans les mêmes conditions au point de vue de la température. L'air renouvelé et sec est aussi indispensable au séchage que la chaleur (de 40 à 50°). On procède à la cuisson des creusets dans un four spécial. Elle comprend deux périodes : celle du petit feu et celle du grand feu. La première demande de 24 à 48 heures et la température est de 500 à 600°. La seconde est de 48 heures environ; le chauffage est alors actif et rapide. La cuisson achevée, on laisse la température s'égaliser pendant quelque temps en fermant hermétiquement tous les orifices et tous les foyers. Un creuset a une capacité variant entre 60 à 100 kilos. Le creuset ne peut être utilisé qu'après avoir été exposé pendant quelque temps à une température plus élevée que celle qu'il aura à supporter dans la suite.

Le four à vannes se distingue du four à pots par son unique bassin remplaçant les pots. Ce fourneau est également aménagé pour une exploitation continue. La matière vitrifiable est fondue pendant la nuit et travaillée pendant la journée. Ces bassins ou cuvettes sont généralement de forme rectangulaire très allongée. Il en est même qui ont de 3 à 5 m. et plus de largeur et peuvent atteindre 30 m. de longueur. L'avantage du four à bassin est triple : une capacité de production plus grande; une économie sensible par la suppression des creusets coûteux; une épargne de combus-

tible. Le four à pots est indispensable, par contre, pour la fabrication de fines qualités de verre qu'on produit dans des quantités plus restreintes.

En cas d'endommagement, le four à bassin est immédiatement hors d'usage. Le matériel en cours de fusion est perdu, tandis que dans les fourneaux à creu-



Fig. 15. Creuset débordé

Cliché du Jenaer Glaswerk Schott und Gen. Jena, Allemagne,

sets les conséquences ne sont pas les mêmes; seul le pot endommagé cause une perte de matériel et sa capacité étant inférieure à celle du bassin, tout naturellement la quantité répandue est moindre. Les progrès incessants réalisés ont cependant permis la construction de fours à bassins aménagés de façon à continuer l'ex-

ploitation dans n'importe quel cas d'avarie. La fonte s'accomplit, dans ces fourneaux perfectionnés, dans des vannes disposées les unes derrière les autres. Dans la partie intérieure du canal, c'est-à-dire celle qui est exposée à la plus grande chaleur, on introduit le mélange, et par l'autre extrémité, on retire la masse fondue. Cette disposition permet un travail ininterrompu des ouvriers ou des machines. On emploie également des fourneaux à canaux séparés les uns des autres, permettant la fonte de plusieurs mélanges simultanés. Ces fourneaux ne sont cependant pas très recommandables, et en fait ils sont rarement utilisés. La fonte dans un four ordinaire à pots se fait à peu près de la manière suivante :

Par une température d'environ 1.350° (feu jaune clair à blanc) le mélange est mis dans les pots. D'abord les alcalis à la surface du mélange commencent à fondre et ensuite les autres substances plus difficilement fusibles (sable et chaux). Le remplissage des pots se fait en 3 portions : il doit être fait aussi rapidement que possible pour éviter une fuite de chaleur par les ouvertures du four. Par suite des masses froides qui y entrent, le four se refroidit chaque fois d'environ 100° c. et il faut attendre, avant de remplir à nouveau, jusqu'à ce que la température nécessaire à la fonte soit de nouveau atteinte.

Lorsque toute la masse a fondu et n'écume plus, on élève la température à 1.450° environ, pour affiner le verre.

Les bulles qui se forment parfois dans le verre fondu et qui sont composées de sulfates, d'alcalis et d'oxyde de calcium, peuvent être évitées par l'emploi de matières premières soigneusement choisies. On les détruit au moyen d'un feu très réduit, p. ex. en faisant

brûler sur la surface du verre des bûches de bois qui développent beaucoup de suie. Des particules de cendre qui en resteraient, peuvent être enlevées avec des ustensiles en fer. Pour activer l'affinage du verre, on emploie de l'arsenic qui, à la manière d'une pomme de terre ou du bois humide, produit un fort développement de gaz et, par les grosses bulles de gaz qui montent, purifie et homogénéise le verre.

Lorsque le verre est clair et transparent, ce qu'on constate par des essais, on réduit la température jusqu'à ce que le verre devienne suffisamment consistant pour être travaillé. Pour obtenir un verre extra blanc d'une qualité parfaite, on peut empêcher par des moyens décolorants la coloration verte du verre, qui se produit déjà lorsque des traces de fer se trouvent dans les matières premières. Pour la décoloration on emploie l'oxyde de manganèse ou de nickel ou récemment aussi le sélénium de potasse avec très peu d'oxyde de cobalt.

Dans un four à bassin, le mélange est placé en grands tas qu'on pousse à l'aide d'une barre de fer auprès des brûleurs où la température atteint son maximum. Les tas de mélange fondent peu à peu et le verre en résultant vient remplir à nouveau le bassin du jour après que la première fonte ait été travaillée, tandis que dans le bassin continu il coule lentement aux endroits de travail.

IV.

Les fours de fusion.

On désigne sous ce nom des appareils servant à la production et à l'utilisation de la chaleur. Ils sont en

maçonnerie, de forme et de dimensions variables. Nous avons vu qu'on y introduit la composition vitrifiable contenue soit dans des pots ou creusets réfractaires, soit dans un bassin.

En résumé, les fours de fusion peuvent être classés comme suit :

Les fours à chauffage direct (qui ne sont plus utilisés de nos jours).

Les fours à combustibles gazeux.

Les fours à combustibles liquides.

Autrefois, les fours de fusion étaient alimentés par le bois ou le charbon. Ces matières étaient brûlées sur une grille et la chaleur pénétrait directement dans la chambre à fusion. Cette combustion pure et simple bénéficiait médiocrement des calories. Un premier perfectionnement eut pour objet le chauffage méthodique du charbon avant son arrivée sur la grille. Les produits gazeux résultant de la distillation de la houille enrichissent les gaz combustibles dégagés par le charbon situé sur la grille. Ce procédé octroie une forte augmentation de la chaleur et la consommation en matières combustibles est réduite de deux à quatre fois par rapport à l'ancien procédé de chauffage direct. Il est aussi plus aisé de régler la température avec cette méthode améliorée.

La double opération de distillation et de combustion effectuée dans des foyers de construction spéciale leur donna le nom de générateurs ou gazogènes. L'emploi des générateurs a amené une transformation complète dans l'industrie du verre.

Le système des anciens générateurs produisant des cendres et du mâchefer qui adhéraient aux parois nécessitait de fréquentes réfections. On construit actuelle-

ment des générateurs qui éliminent automatiquement ces cendres sans que la production du gaz soit interrompue. Ces nouveaux générateurs purifient les gaz en enlevant toute poussière et en les dégoudronnant. Ceci permet de rendre le fourneau proprement dit indépendant de la chaleur des canaux du fourneau à combustion. Dans les anciens systèmes, le gaz ne pouvait être purifié, ni débarrassé du goudron; on était obligé de placer le fourneau à combustion à proximité du four de fusion pour réduire la longueur des canaux les reliant l'un à l'autre.

Les générateurs modernes qui éliminent le goudron sont également plus rationnels : le goudron récolté est un produit précieux; la qualité du verre s'améliore et les déchets diminuent en proportion inverse de la quantité de poussière et de goudron s'introduisant dans le fourneau.

On dispose de deux installations pour le dégoudronnage. Premièrement, un filtre électrique, au travers duquel le gaz est amené dans un conduit réfrigérant qui le refroidit au-dessous de zéro, provoquant la condensation en gouttes du goudron et de l'eau. Le filtre électrique est composé de tuyaux dans lesquels un fil de fer est tendu et chargé d'électricité négative. Les gouttes condensées passant par ce filtre sont exposées à un vent artificiel provoqué par le courant négatif qui a pour effet de séparer le goudron de l'eau.

Secondement, on utilise le séparateur mécanique appelé cloche de Pelouze (de son inventeur) qui consiste en une grosse cloche perforée. Les gaz qui, après s'être refroidis, rencontrent ces perforations séparent mécaniquement le goudron de l'eau. On emploie en général ces deux procédés qu'on a toujours simultanément à disposition.

Le chauffage des générateurs ou gazogènes se fait comme suit : le charbon est introduit dans la partie supérieure du générateur où il est chauffé à 400° et élimine le goudron, la paraffine et les gaz. Puis le coke résultant de cette distillation passe dans la partie inférieure du générateur où il devient incandescent. L'air arrive librement sous la grille, et le carbone fixe du coke est transformé en acide carbonique, contre les barreaux de la grille. Cet acide carbonique, en traversant la couche de coke en ignition, se dissocie et produit l'oxyde de carbone. Le chauffage au gaz devait conduire à une économie plus grande encore par l'emploi des récupérateurs. Lorsque les gaz brûlés s'échappent, ils sont encore à une température très élevée (1100 à 1300°) et emportent avec eux une quantité de chaleur inutilisée. C'est la récupération de cette chaleur qui constitue un progrès économique immense (45 à 50 p. cent).

La transformation du coke s'opère par 1/3 des gaz qui s'en dégagent. Les 2/3 du gaz sont détournés et passent par une sorte de vaporisateur dénommé « cooling-tube », armé de tuyaux condensateurs. Ensuite, le gaz passe par une sorte de brèche remplie de coke aspergé d'eau.

Le gaz résultant de la distillation de la houille et de la dissociation de l'acide carbonique est un gaz artificiel. L'application de la récupération, depuis ses débuts, a subi des modifications de forme, mais le principe est resté le même.

Il existe aussi des fours chauffés au moyen de combustibles liquides, huiles lourdes, etc. qui peuvent également arriver à une haute température, et dont l'emploi et le réglage sont aisés. Ces matières de com-

bustion sont introduites directement et indirectement dans les fourneaux.

Des essais de chauffage électrique ont été récemment expérimentés. On a obtenu les températures nécessaires, mais ce procédé est très onéreux. Il est probable qu'un abaissement considérable des prix d'électricité permettrait la vulgarisation de ce procédé.

B. LA FABRICATION D'OBJETS EN VERRE.

I. et II.

Soufflage et moulage par pression.

Primitivement, tout le façonnage du verre creux se faisait par le soufflage bucal. Ce procédé n'est employé aujourd'hui que pour quelques genres spéciaux. Le soufflage rappelle le jeu de l'enfant qui fait des bulles de savon à l'aide d'une paille.

La composition vitrifiable obtenue dans les creusets ou le bassin est sortie au moyen de la canne par le verrier qui la plonge et la tourne plusieurs fois dans la pâte de verre. La masse adhérente à la canne est transformée soit par le soufflage à air comprimé combiné avec l'effet de la pesanteur, dit procédé des cylindres ou des manchons, soit par le soufflage combiné avec l'effet de la force centrifuge, dit procédé des plateaux ou des couronnes, soit encore par le soufflage dans un moule, procédé appliqué à la fabrication des bouteilles et de la gobeletterie. Le soufflage suppose une grande agilité de l'ouvrier qui doit faire un sérieux apprentissage. Il est indispensable d'avoir un personnel expérimenté.

L'outil principal de la fabrication du verre est la canne. C'est un tube en fer terminé par une partie renflée qu'on plonge dans le verre, et muni, à l'autre extrémité servant d'embouchure, d'un manche en bois tourné servant à prendre l'outil en main. La canne a environ 1,80 de long, 0,03 de diamètre extérieur et 0,01 de diamètre intérieur. Outre la canne, le verrier utilise encore d'autres outils qui servent à façonner le verre : une palette, un racloir, des ciseaux, quelques blocs en bois. Ces outils accessoires sont délaissés aujourd'hui par l'emploi du moule qui s'est généralisé. Il est ordinairement en fer; pour des objets fins, on utilise un moule en bois. Pour éviter que des parcelles de la masse restent attachées aux parois du moule, on y introduit de petits copeaux d'un bois dur. Ceux-ci sont immédiatement détruits par l'extrême chaleur et dégagent du gaz carbonique qui empêche le verre d'adhérer aux parois.

Le soufflage par pression est obtenu par l'air comprimé, soit par la vapeur d'eau amenée à la canne à l'aide d'un tuyau de caoutchouc. Le soufflage bucal beaucoup moins pratiqué aujourd'hui, est indispensable pourtant dans la fabrication des tuyaux en verre. La consommation en est très grande. Ils s'emploient aussi bien en chimie, en physique qu'en médecine. La confection d'un tuyau demande une habileté et un savoir-faire exceptionnels de la part des souffleurs qui doivent avoir exercé pendant de longues années cette branche de la verrerie pour arriver à une parfaite exécution. Ces tuyaux ont souvent jusqu'à 100 m. de longueur. Leur fabrication se fait comme suit :

Le souffleur, à l'aide de la canne, retire du creuset ou du bassin une partie de la pâte de verre. Il com-

mence par souffler légèrement, et manipule ensuite la masse sur une plaque en fer, en observant que le verre garde une forme cylindrique. Après que la pâte a reçu la forme voulue, on la laisse se refroidir lentement. Elle est alors rapprochée de la chaleur du four et redevient liquide. Un second verrier continue la besogne avec une canne spéciale munie à l'extrémité d'une plaque de verre. Il plonge également sa canne dans la pâte et l'étire en longueur en reculant. L'épaisseur du tuyau correspond à la marche accélérée ou ralentie de l'ouvrier. Le dernier verrier ne fait que souffler et il est surprenant de voir combien ces ouvriers sont exercés à sentir instinctivement la force de souffle nécessaire à telle épaisseur de tuyau. Ainsi étiré, le tuyau est posé sur une planche où il est alors coupé tandis qu'il est encore maléable. On le transporte ensuite dans le four à courants réfrigérants. Mentionnons en passant que certains tuyaux fabriqués selon des recettes spéciales peuvent à l'usage supporter une température atteignant jusqu'à 700°. La fabrique qui produit ce verre précieux, selon ses recettes propres et secrètes, indique sa marque par des raies de couleur. Ces raies sont introduites sous forme de petits bâtons d'émail au moment où le souffleur sort la pâte du creuset. Le procédé d'allongement du verre amincit ces raies.

Les tuyaux faits à la main demandent donc une grande habileté, autant pour le soufflage préliminaire que pour l'exécution définitive. Ils doivent être à nouveau et partiellement fondus sur une lampe à gaz sous pression d'air. Cette chaleur suffit à amollir le tuyau de qualité moyenne. Pour les qualités plus résistantes, supportant 700° et plus, cette même lampe doit être alimentée par de l'acide carbonique sous pression.

Actuellement, on emploie de plus en plus des procédés mécaniques. Le plus simple est le procédé dit à l'amiante. Ces appareils sont fabriqués par la maison P. Th. Sievert, à Dresde. De petits récipients comme des verres à conserves, des coupes, etc. sont façonnées dans une forme juxtaposée sur une plaque humide. La vapeur qui s'en dégage souffle la masse dans la forme qu'elle épouse. D'autres fabriques, comme celle de Wolf à Cologne, fournissent au marché une machine à pression spéciale qui ne doit pas être confondue avec une machine à pression proprement dite. Tout le travail manuel est déjà effectué; il commence au manchon et se termine par le produit. Ces machines à pression ne peuvent cependant être utilisées que pour des récipients de gros calibres.

Les machines les plus connues pour la fabrication du verre creux sont celles de Schiller Berlin (voir tableaux No XXVIII et XIX à l'annexe) et Wolf, etc. Elles peuvent être actionnées à la main ou automatiquement. Par ces machines, on obtient le manchon en le plaçant en sens inverse dans le moule. La pompe imaginée par l'ouvrier Robinet, de Baccarat, se compose d'un piston maintenu par un ressort à boudin dans un cylindre.

Toutes ces machines reposent plutôt sur le principe d'aspiration et donnent la forme désirée par le passage dans des moules successifs pouvant être au nombre de 16.

Les machines les plus employées sont les demi-automatiques. Seules les grandes fabriques dont les débouchés sont garantis peuvent s'accorder les machines complètement automatiques. La machine la plus connue dans ce genre est celle qu'inventa Owens, à Tolèdo (E. U.) en 1900. Actuellement encore, cette machine

rend service dans la fabrication des bouteilles et ampoules. Le principe d'Owens a reçu des améliorations; les dernières patentes appartiennent à la fabrique de machines Schwartzkopf, à Berlin. Les usines Osram utilisent dans leurs nouveaux locaux à Berlin (Siemensstadt) une de ces machines, construite en Amérique et dénommée « Westlake ». Dans un paragraphe suivant, cette entreprise, une des plus grandes et des plus modernes dans le domaine du verre, sera décrite.

La presse à verre automatique de H. Severing est une machine également très connue. Elle est de capacité inférieure à la machine Westlake, mais elle est de construction, — par conséquent de maniement — plus simple, et coûte moins cher. Elle peut produire cependant 9.000 récipients dans les 24 heures. Le changement des formes est aisé. Elle est spécialement aménagée pour la fabrication de bouteilles en séries. Elle sert également à la production de verre pressé, de plaques en verre, d'isolateurs.

Il existe encore sur le marché d'autres machines, peu connues et bien moins répandues dans les verreries.

III

La fabrication du verre pressé et du verre plaqué.

(procédé des cylindres) .

En général, on se sert des mêmes recettes pour le verre pressé que pour le verre blanc ordinaire. Voici les proportions de quelques mélanges:

Sable	100	100	100	100
Potasse	10	22	22	20
Soude	25	15	22	15
Chaux	15	18	10	12
Baryt	15	—	—	—
Plomb	—	—	12	—
Oxyde de zinc	—	5	—	—

La différence entre le verre soufflé et le verre pressé se révèle par la surface bosselée de ce dernier. Le genre le plus connu est le verre pressé cristal, qui souvent imite fort bien le véritable verre laminé. Les objets les moins chers sont en général confectionnés en verre pressé; la fabrication et le travail de ce verre sont moins compliqués que les procédés de soufflage.

La grande plasticité du verre, porté à une température élevée, permet de lui faire prendre les formes les plus variées et les empreintes les plus fines des moules dans lesquels on le coule. C'est sur cette propriété remarquable que sont basés les procédés de moulage par pression. Ces presses sont actionnées à la main ou semi-automatiquement. On remplit le moule de pâte de verre et on le soumet ensuite à la pression d'un tampon. Certaines machines permettent de l'introduire mécaniquement. La plus connue de ce genre est la presse dite « à revolver ».

Les objets suivants peuvent être fabriqués au moyen de cette machine : des gobelets à vin, des chopes, des coupes à fruits et à fleurs, des salières, des couvercles de bocaux à conserves, des cendriers, des assiettes, des saladiers, des carafes, toutes sortes d'accessoires de garniture de toilette, etc., etc. Tous ces produits, exécutés par simple moulage en verres blancs, colorés ou

jaspés, présentent des surfaces à reliefs pouvant imiter la taille du cristal.

La presse « à revolver » est construite de façon si simple que sa surveillance et son usage ne demandent pas des aptitudes spéciales de mécanicien. Elle est munie de roues qui en facilitent le déplacement et permettent de l'utiliser partout. La mise en marche se fait comme suit : un ouvrier verrier introduit avec une spatule la pâte de verre dans la forme disposée à droite du moule. L'ouvrier préposé au mécanisme coupe la masse quand la forme est remplie et l'amène à gauche sous le poinçon (ou sceau) par un mouvement rotatif de la table. Le règlement d'une manette à la soupape de direction fait descendre le sceau dans la forme, par l'air comprimé qui entre dans la machine. L'objet est ainsi formé. Un second mouvement à la manette relève le sceau. La table à former est repoussée alors plus loin à gauche où le second moule rempli est prêt à recevoir le sceau, tandis que le premier moule se refroidit. Les mêmes manipulations se répètent consécutivement. Chaque table à former comprend quatre moules fixés sur une plaque rotative. La presse à revolver permet d'obtenir 2 à 400 objets pressés par heure. Il est d'une importance capitale que la température soit maintenue parfaitement égale pendant la durée de toute la série des mouvements. Les différences de température provoquent des fissures dans le verre ou l'adhérence de la pâte au moule en fer. Après chaque série de mouvements, le refroidissement se fait au moyen d'air comprimé.

Le « procédé des cylindres » est une seconde manière de fabriquer le verre. Il était usité à Venise et en Allemagne au XII^e et au XIII^e siècle pour la fabrica-

tion des vitraux. Actuellement, il est employé exclusivement pour la production du verre à vitres et des glaces de petites dimensions.

On procède comme suit : la canne est chauffée au rouge sombre; un jeune garçon (de qui chaque souffleur est assisté) plonge la partie renflée dans le creuset et fait un premier « cueillage » du verre qu'il arrondit; puis un deuxième et un troisième, en soufflant chaque fois légèrement, et obtient ainsi le manchon. L'ouvrier prend alors la canne et fait un quatrième cueillage qu'il pare à l'aide de la palette, puis il prépare le col du manchon. Dans cette opération, l'ouvrier se propose de limiter le diamètre du manchon et l'épaisseur de la feuille de verre à fabriquer. Pour cela, il se sert d'un bloc en bois creusé. Il applique la « paraison » dans ce demi-moule et souffle tout en faisant tourner la canne autour de son axe, afin de mettre en contact avec le moule toutes les parties de la masse à façonner. Le bloc est constamment arrosé d'un jet d'eau pour l'empêcher de brûler. On détermine ainsi le diamètre et l'épaisseur du manchon.

La masse de verre est alors réchauffée à l'ouvreau; puis l'ouvrier souffle en élevant la canne verticalement et transforme en une boule la « paraison » qui avait la forme d'une poire. Puis il procède à l'étirage; en soufflant dans la canne, il lui imprime un mouvement d'oscillation, le verre pâteux s'étire et la boule s'allonge en forme de cylindre. Quelle que soit sa destination, vitre ou glace, quand le cylindre est terminé, on le développe pour le transformer en une feuille plane. Pour cela, il faut d'abord le fendre au moyen d'un diamant et ensuite l'étendre. Cette opération se fait sous l'influence de la chaleur, dans des fours spéciaux dits « fours à étendre ».

La fabrication de ces plaques est généralement obtenue par des moyens mécaniques. Il y a plusieurs systèmes parmi lesquels celui de «Sievert'sche Walzen-Zich» est digne d'être décrit. Cette installation est composée d'un échafaudage en fer de 10 mètres dans lequel se trouve un cadre mobile supportant une plaque qui sert à souffler le rouleau. En dessous de celui-ci se trouve un dispositif pour faire du feu, servant au réchauffage de la masse de verre. Voici comment on procède : on prélève du bassin la pâte qu'on verse dans le moule en fer placé sur une table mobile. Ensuite, on l'amène sous la plaque de soufflage qu'on fait descendre. Le verre s'étend d'abord en une boule aplatie qui est après refondue dans un foyer spécial pour être ensuite soufflée davantage encore. Après avoir enlevé le manchon du dit foyer, on l'agrandit par l'air comprimé qui passe à travers l'ouverture de la plaque de soufflage. Ce procédé est répété plusieurs fois. Il en résulte un rouleau qui est alors fendu et étendu en forme de plaque dans le four à étendre. On passe ensuite au refroidissement progressif. Toute la machine peut être actionnée par un seul ouvrier et produit en moyenne par heure quinze rouleaux de 60 cm. de diamètre et de 25 mm. d'épaisseur.

Un autre mode de fabrication des plaques de verre (vitres ou miroirs) est le roulage sur la table.

Celle-ci se trouve sur un échafaudage en fer mobile. Le verre liquide qui est sorti du four de fusion au moyen d'une grue est versé sur un plateau pour être étendu. La plaque de verre est alors immédiatement introduite dans le fourneau à refroidir et ensuite polie.

IV.

Le verre d'art et ses spécialités

Le verre est un produit artificiel et c'est en même temps un produit artistique, mesuré à la capacité de création qu'il nécessite. Les compositions de substances employées dans la fabrication du verre artistique sont de rares et précieuses recettes, et les ressources d'embellissement de la pâte de verre sont multiples. Le verre artistique est reconnaissable à la masse du verre et à l'aspect extérieur dépassant de beaucoup celui du verre ordinaire. En général, le verre artistique est divisé en quatre catégories. Les limites de cette classification sont pourtant variables :

1) Le verre qui reçoit déjà une forme artistique dans le four à fusion.

2) Le verre travaillé auquel on donne un cachet artistique.

3) Le verre qui, par sa forme particulière, prend un genre artistique.

4) Le verre dont la pâte est colorée.

L'ornementation et l'embellissement de la surface en interrompent avantageusement la monotonie; un travail spécial permet d'obtenir d'harmonieuses combinaisons. C'est graduellement qu'ont été découverts tous les procédés de transformation de la surface par l'agrément de reliefs.

Le verre coloré tient une place particulière. On applique sur le verre incolore des clichés de verre coloré d'un dessin déterminé, et on fait fondre cette préparation. On arrive à reproduire ainsi des paysages, qui, en même temps, constituent un succédané

de la peinture sur verre. On utilise aussi des poudres de verre coloré qu'on colle sur un papier, puis on introduit ce dernier dans le moule. Ensuite la masse de verre est soufflée dans le moule.

Le verre givré, c'est-à-dire dont la surface donne l'impression d'une vitre gelée ou d'une couche de glace, se fabrique selon plusieurs méthodes. Un procédé moderne consiste à pulvériser du cristal. L'ouvrier qui a soufflé un objet, le trempe dans cette poudre et obtient une couche régulière par des mouvements rotatifs. L'objet est alors réchauffé plusieurs fois, puis brusquement projeté dans l'eau; c'est la trempe. Le soufflage lui donne ensuite sa forme définitive. En général, on utilise peu le procédé du soufflage, mais on se sert de machines à pression. C'est alors qu'on plonge l'objet dans un récipient, contenant de la poudre de verre. Par un travail soigné et une poudre de cristal bien préparée, on obtient un verre givré d'une parfaite beauté, même avec cette méthode rapide.

Le verre artistique dont le cachet réside dans la forme, n'est pas seulement déterminé par la façon de souffler, mais aussi par le procédé d'apposition des ornements, ce qui demande des outils spéciaux. Une masse de verre malléable peut être non seulement soufflée et pressée, mais, nous l'avons vu, elle est susceptible aussi d'être étirée, tordue, poinçonnée, coupée et entrecoupée. Il est évident que ces résultats ne peuvent être obtenus que par la combinaison du travail à la machine et du travail manuel, et qu'ils dépendent en majeure partie de l'habileté de l'ouvrier et de son sens artistique.

La transformation de la pâte de verre est l'objet d'un soin particulier. Sous l'action du sable ou de

l'acide fluorhydrique, sa surface peut être dépolie ou taillée; en y mélangeant des oxydes métalliques, on obtient des verres colorés uniformes, ou jaspés et marbrés. Dans ces cas, la masse n'a plus l'aspect du verre, mais imite fort bien d'autres matériaux comme le marbre. Certaines opinions se refusent à admettre ce genre de travail comme artistique; mais il est certain qu'au point de vue économique, il a bien sa valeur.

On comprend sous la désignation de verres ondulés des formes qui servent spécialement à l'illumination. Le bord de ces verres n'est pas régulier, mais ondulé. La fabrication des festons se fait à l'aide d'une installation spéciale ou manuellement. Dans ce dernier cas, l'objet est réchauffé jusqu'à parfaite malléabilité, puis étiré avec des pinces de distances en distances égales. Selon l'espace donné et la forme employée, on obtient des festons variés. On utilise aussi des moules en terre cuite et en bois pour former les bords ondulés. On préfère le moule en terre cuite, car le bois, malgré les précautions prises, se carbonise souvent. D'autre part, on obtient aussi ces festons par le soufflage. On décore par ce moyen des abat-jour, des coupes, etc. Ces dernières années, le verre ondulé est moins en vogue, car la mode réclame des lignes plus simples.

La désignation de spécialités de verre n'est pas une notion technique, mais doit être plutôt comprise comme une dénomination collective. L'originalité étant dans la fabrication, l'aspect détermine la spécialité. Observons le verre marbré. L'industrie verrière qui s'est spécialisée aujourd'hui dans ce genre, est en mesure de fournir un verre marbré qui ne se différen-

cie en rien du marbre naturel, ni en qualité, ni en beauté. La marmorisation peut être obtenue de différentes manières. Pour les imitations de marbre, la masse de verre doit être préparée avec des matières premières irréprochables.

Pour obtenir une masse à marbre, le verrier souffle d'abord un manchon de verre incolore. Ensuite, il le réchauffe et le remue dans des briques de verre, en observant qu'une quantité suffisante reste adhérente à la surface du manchon. Puis il réchauffe à nouveau, très fortement, et répète l'opération. Ensuite il donne au manchon la forme d'un entonnoir. Entre temps, un autre ouvrier prend une quantité de verre opaque coloré selon la teinte que le marbre doit avoir. Cette proportion est introduite dans l'entonnoir. On réchauffe à nouveau et on donne à l'objet désiré sa forme définitive. Il faut cependant observer l'harmonie des couleurs de la pâte de verre et du verre opaque. On obtient toujours un très beau marbre en mélangeant du verre opaque avec du jaune ivoire et du gris ardoise. Le laminage augmente encore l'effet et engendre une véritable beauté.

Une autre spécialité est le verre irisé. Sa surface rappelle le jeu de couleurs de l'arc-en-ciel. Le brillant d'iris est provoqué par la réaction de substances dans de l'hydrate ou d'autres combinaisons à base de chlore. Le verre peut être travaillé à sec ou à l'état humide. L'irisation à sec est obtenue par la réaction de substances déterminées sur une masse encore incandescente, tandis que le travail à l'état humide s'opère au moyen de liquides.

Une autre variété encore est fabriquée sous le nom de *verre opale*. C'est un *verre translucide*, ayant

l'aspect laiteux du marbre blanc et présentant à la lumière artificielle des reflets chatoyants jaunes et rougeâtres. Il s'obtient avec un verre plumbeux additionné de fluorures de calcium, de sodium et d'aluminium; l'opalescence est encore renforcée par l'emploi de feldspath, ou de phosphate de chaux provenant de la calcination des os de mouton.

Le verre d'albâtre, connu aussi sous le nom de « pâte de riz » est un verre demi-transparent qui ne laisse pénétrer la lumière que faiblement. Pour obtenir ce verre translucide, il est nécessaire d'avoir à sa disposition un mélange très liquide, exempt de plomb, et additionné de substances contenant à un degré élevé des acides phosphoriques qui provoquent l'opacité. On obtient un verre excellent si le mélange est totalement dépourvu de fer, mais la moindre parcelle de ce métal a pour conséquence de jaunir le verre.

Le cristal occupe une place prépondérante dans la fabrication du verre, tandis que le verre artistique et les spécialités qui viennent d'être décrites se fabriquent plus rarement. On soigne spécialement la fabrication du cristal et on lui attribue une grande importance. La combinaison qui amena sa création fut certainement un événement sensationnel dans le domaine de la technique verrière. Dès lors, tout l'effort se concentra sur l'obtention d'un verre complètement pur, d'un feu et d'un brillant particuliers. La masse de verre de cristal est déjà un succès, qui est encore accru par le polissage, le taillage et d'autres procédés d'embellissement. Le cristal est une noble oeuvre d'art. En vérité, il n'est pas obtenu par un procédé déterminé, mais il doit sa beauté et sa pureté à une manipulation spéciale des matières premières. La

fonte et la fabrication proprement dite sont très soignées. Le brillant et le feu sont obtenus par une forte adjonction d'oxyde de plomb. Le cristal est également façonné par le procédé du soufflage et ensuite taillé par une machine spéciale. En Bohême, le cristal est surtout taillé par l'industrie à domicile, qui s'est efforcée de varier à l'infini les dessins. Le motif du soleil est très répandu. Le cristal de Bohême s'est acquis une réputation universelle. En général, le cristal est un verre incolore et transparent, mais on fabrique également des cristaux en couleur.

V.

Le verre de couleur

Le verre de couleur occupe une place importante dans l'industrie verrière. Il doit servir d'abord à des buts décoratifs et ensuite à des usages pratiques. Il est indispensable par exemple sous forme de flacons de couleur pour conserver des substances se décomposant rapidement et pour les protéger contre l'action de la lumière.

Le verre de couleur est souvent désigné comme verre artistique. La fabrication du verre de couleur ne pose pas de problèmes spéciaux à l'industrie moderne. Grâce aux excellentes installations techniques et aux expériences acquises dans le domaine de la chimie et de la physique, on peut fabriquer aujourd'hui n'importe quelle nuance sans rencontrer de difficultés. Le temps n'est pas encore éloigné où l'on tenait pour extraordinaire de produire certaines nuan-

ces d'une pureté irréprochable. Comme matières colorantes du verre, ce sont surtout des oxydes et des composés de ceux-ci avec d'autres substances qui entrent en ligne de compte. Pour obtenir les différentes nuances, on se sert des substances suivantes :

1) Jaune : Métaux sulfurés, oxyde uranique et composés d'antimoine.

2) Bleu : Oxyde de cuivre, et composés de cobalt.

3) Rouge : Oxyde de fer, or, et composés de cuivre.

4) Noir : par saturation de la masse avec des composés de métaux donnant des nuances foncées.

Les quatre couleurs sus-nommées sont donc les couleurs primaires, tandis que le rose, le vert, le brun et les nuances intermédiaires s'obtiennent par les diverses combinaisons des couleurs primaires. Les températures que nécessite la fonte de la masse colorée varient selon les teintes; c'est pourquoi il n'est pas recommandable de fusionner plusieurs masses colorées de nuances différentes dans le même four. D'autre part, certaines masses colorées corrodent les creusets de sorte qu'au moment de la fonte, il faut prendre des mesures préventives. Il est important aussi que la masse d'une couleur déterminée soit toujours fondue dans le même creuset. Du reste, les pots employés à la fusion du verre de couleur ne peuvent plus servir à la fabrication du verre incolore, particulièrement ceux dans lesquels se trouvait une masse bleu foncé ou rouge. C'est pourquoi les fours à creusets sont préférables aux fours à bassins qui, eux, s'emploient spécialement pour la fabrication en séries de marchandises courantes. Pour la préparation de tous les verres

de couleur, on recherche un sable de première qualité, c'est-à-dire très fin et très sec.

Le tableau ci-dessous indique les proportions des substances entrant dans la composition des diverses nuances de bleu.

Matières colorantes	Bleu roi	Bleu foncé	Marine clair	Bleu saturé	Bleu ciel	Bleu mat.
Sable	100	100	100	100	100	100
Soude	20	28	14	5	—	—
Potasse	12	30	20	—	45	35
Chaux	14	—	14	32	32	—
Borax	—	4	2	—	—	—
Protoxyde de cobalt	0,160	0,300	—	0,350	0,350	—
Oxyde de cuivre	—	6	4	—	0,300	—
Smaltine	—	—	0,600	—	—	—
Sulfate de soude	—	—	—	45	—	—
Charbon de bois	—	—	—	5	5	—
Sulfate de cuivre	—	—	—	—	0,001	2,5
Nitrate de potasse	—	—	—	—	0,001	2
Cendres d'os	—	—	—	—	—	2

La répartition de la substance colorante dans le verre est d'une extrême importance. C'est la raison pour laquelle on l'ajoute de préférence sous forme de poudre très fine. Le ton exact dépend aussi de la façon dont s'effectue la fonte. On distingue deux manières de teinter le verre : la coloration uniforme de la masse et l'application d'une couche de verre coloré sur le verre incolore.

VI.

Le verre optique

Une branche importante de la fabrication du verre est la préparation du verre optique. Celui-ci exige une grande précision dans les procédés de travail, des soins attentifs et soutenus et demande beaucoup plus de temps que tous les autres genres de verres. C'est la raison pour laquelle il est aussi le plus cher. Les verres d'optique doivent réunir trois conditions : grande transparence, grande limpidité et une homogénéité parfaite, afin que les rayons lumineux qui les traversent concourent bien en un même foyer et qu'il n'y ait pas de déformations d'images. Cette dernière propriété, connue sous le nom d'achromatisme, ne peut être obtenue que par l'emploi de plusieurs substances transparentes. On corrige ainsi l'aberration qui résulte de la décomposition de la lumière dans les verres sphériques.

La préparation du mélange demande donc les plus grands soins. La pesée des matières premières exige une précision rigoureuse, jusqu'à un centième près. D'autre part, on surveille sans cesse l'état hygrométrique qui varie avec les changements de température. On observe qu'en temps de pluie, la matière première se charge d'humidité. C'est pourquoi on relève quotidiennement, dans les dépôts, le degré d'hygrométrie des matières premières.

Comme il a été indiqué précédemment, les travaux préparatoires des matières premières sont nuisibles à la santé. Le mélange destiné aux verres optiques se compose de poudres très fines qui provoquent

naturellement de la poussière. D'autre part, on a observé que des gaz toxiques se sont souvent dégagés des installations destinées à aspirer ces poussières. On a réalisé de tels progrès dans l'assainissement des entrepôts de matières premières, qu'on peut les con-



Fig. 16. Creuset fendu avec des blocs de verre

Cliché de Jenaer Glaswerke Schott und Gen. Jena, Allemagne

sidérer comme exempts de toute particule nocive à la santé. Dans certaines entreprises modernes et pour l'accomplissement d'un tel travail délicat, les ouvriers sont munis de masques.

Les creusets demandent également une observation particulière. Ils ne sont pas utilisés

plusieurs fois comme dans la fabrication du verre ordinaire. La préparation des verres optiques limite à une seule fois l'usage des creusets. Les entreprises qui se sont spécialisées dans la confection de cette qualité de verre fabriquent en général elles-mêmes les creusets dont elles ont tou-



Fig. 17. Mise du verre brut dans les cubes rectangulaires

Cliché de Jenaer Glaswerke Schott und Gen. Jena, Allemagne.

jours un grand stock à disposition. Ils sont faits d'une matière réfractaire qui ne s'amollit qu'à 1.800° , et qui est absolument résistante jusqu'à 1.500° , température qui suffit amplement à la fusion de la pâte de verre. Avant l'emploi des creusets, ceux-ci doivent être préchauffés pendant 8-14 jours. Pendant la fonte, la masse vitrifiable doit être remuée avec un bâton en

terre cuite afin de réduire au minimum les impuretés. Après 18 à 20 heures le procédé de fusion est terminé et le creuset retiré au moyen d'une grue. La masse devient bientôt semi-liquide. Afin d'éviter une dilatation anticipée, elle est refroidie lentement dans un petit four. Après huit jours, le refroidissement est si avancé que la masse fait éclater le creuset. A ce moment, elle est solidifiée et par conséquent ne peut plus se répandre. Les blocs de glace ainsi obtenus sont alors façonnés en cubes rectangulaires, puis chauffés à nouveau pour les contracter. Ce procédé s'appelle l'abaissement.

Peu à peu, ce verre optique a pris la forme de plaques rectangulaires; on le soumet à un refroidissement définitif qui dure d'un mois à un mois et demi, au minimum. La moindre hâte peut provoquer des dilatations qui contrarieraient le résultat. Les verres ainsi obtenus sont soumis à un contrôle quant à leur pureté et à leur propreté et seulement après cet examen minutieux, envoyés dans les fabriques spéciales.

VII.

Les défauts dans le verre

Les défauts accidentels dans la fabrication du verre ont amené les verriers à les provoquer dans la mesure du possible, à cause de leur imprévu décoratif. En effet, la marchandise défectueuse sert à fabriquer des objets artistiques d'un genre spécial. C'est à ces défauts que notre industrie du verre doit en grande partie la richesse de ses variétés. Les pièces

défectueuses ont été la source de découvertes miraculeuses dans le domaine de l'ornementation du verre. C'est ainsi que la technique artistique dépend directement de la façon dont on a obtenu des défauts. Il semble absolument curieux que la technique actuelle, loin de supprimer les défauts, les recherche même afin de pouvoir les utiliser. Durant bien des siècles, les maîtres-verriers s'obstinaient à fabriquer un verre très transparent et très clair. L'idéal poursuivi consistait à imiter la qualité du verre à vitre. A peine fut-il atteint qu'il ne suffisait déjà plus. Longtemps on tâtonna à la recherche de nouveautés et c'est alors qu'on se souvint des déchets. Ce qui autrefois ne pouvait être utilisé servit de directive à la découverte de produits nouveaux, imprévus et esthétiques. C'est par la recherche de l'emploi des déchets que s'est développée toute une nouvelle technique, qui a donné naissance au verre artistique. Le verre antique, par exemple n'est autre chose que du verre ordinaire et impur, tel que les moyens de jadis permettaient de l'obtenir.

C'est justement par l'emploi des procédés rudimentaires et primitifs que le marché peut nous offrir une variété multiple d'objets artistiques provenant de la mise au point de ces mêmes procédés. Ces défauts sont donc extrêmement heureux et ont permis d'obtenir, non seulement des objets artistiques, mais aussi de réaliser des succès économiques.

Les défauts du verre vus dans leur ensemble peuvent être considérés comme le résultat final d'un dérangement du processus théoriquement prévu dans la fabrication de la pâte de verre. Ainsi, par exemple, au lieu de refroidir normalement le verre, on le soumet à des écarts excessifs de température qui provo-

quent un défaut. En général, on divise les défauts en trois groupes :

1) Les défauts ayant leur origine dans la matière première.

2) Les défauts provoqués durant le travail.

3) Les défauts dûs au hasard.

Le résultat final peut être divisé également en plusieurs groupes :

Les défauts qui diminuent la valeur d'usage de l'objet manufacturé.

Les défauts tels que l'objet est complètement inutilisable.

Les défauts de beauté.

Il n'est pas toujours prouvé que les défauts du verre aient une seule cause. Tout au contraire, on observe assez souvent qu'un certain défaut a deux ou parfois plusieurs causes. Le hasard vient à point contre carrer et réparer l'effet de la cause première. Les défauts voulus ont créé différents genres de verre dont les principaux sont : le verre à bulles, le verre à pierre, le verre décoloré et le verre embué. En dehors de ceux-ci, on connaît naturellement encore beaucoup d'autres genres de défauts qui sont provoqués par des causes spéciales et plus souvent encore, nous l'avons dit, sont le fruit du hasard. La fabrication d'un verre absolument sans défaut est encore un problème actuellement. Malgré le haut degré de développement de la fabrication du verre et malgré toutes les précautions dont on use afin de pouvoir légitimement attendre une fonte parfaite, un verre absolument exempt de défaut est presque chose impossible à obtenir. Le procédé de fabrication est malheureusement dépendant de tant d'imprévus qu'une lutte efficace contre

eux n'existe pas. Ce sont en général justement les moyens qu'on emploie pour éviter les défauts qui les provoquent. C'est pourquoi, l'industrie du verre, plus qu'aucune autre, doit compter avec beaucoup d'échecs. Souvent même, on constate que dans une entreprise, où, pendant des années on obtient un produit constant grâce à la préparation soignée du mélange, tout à coup les résultats ne donnent plus satisfaction. On est alors devant une véritable énigme, parce que la matière première, le travail, et toutes les circonstances de fabrication étaient restées les mêmes.

Certains défauts sont connus dans leur cause et dans leur effet, spécialement dans les cas de verre coloré. Là, il s'agit en général de dégager l'influence des produits chimiques qui conduit à découvrir le défaut mis en lumière par le verre. On observe soit que la masse se décolore déjà dans le four, soit que le produit terminé change de ton. En général, les défauts de couleur ne sont pas très graves; pourtant ils peuvent diminuer la valeur d'un objet qui a été fabriqué dans un but déterminé. Même dans certains cas, la marchandise doit être retirée du marché.

L'ouvrier a souvent l'occasion de constater que, durant la fusion le verre change de ton, alors que sur la base de la recette du mélange, il était en droit d'attendre une autre nuance; par exemple, du verre bleu semble jaunâtre, du verre jaune devient souvent beaucoup plus foncé, même presque noir. C'est spécialement dans ces cas que les causes d'un changement de couleur peuvent être difficilement déterminées. Les défauts du verre sont dûs principalement aux substances chimiques, aux gaz qui se dégagent du four et à l'accélération de la fusion. On constate souvent dans

le verre des raies colorées, qui sont dues à un mauvais mélange des matières colorantes avec la composition opaque, ou à une poudre insuffisamment pulvérisée. La conséquence est que, pendant la fusion, le mélange de toutes les parties des matières premières ne peut s'effectuer. Ici, également, le hasard vient déjouer les prévisions théoriques; il se peut, par exemple, que des outils ou des parties de machines soient rouillées, et qu'à leur contact, la matière première s'altère.

Ce n'est pas seulement durant le procédé de fusion que se révèlent ces indésirables changements de couleur. Ce qui est plus grave, c'est que plus tard ces défauts apparaissent quand on façonne le verre, soit avec la canne à souffler, soit avec les cylindres. Dans ces cas également, les gaz nocifs peuvent contrarier le travail normal, soit que ces gaz proviennent d'un combustible défectueux, soit que le fourneau lui-même présente un défaut de fabrication.

En dehors de la décoloration de la masse vitrifiable, on observe encore des changements de couleur dans un intervalle plus ou moins long après la fabrication définitive. Il est du reste universellement reconnu que le verre ordinaire change de couleur avec le temps. Les vitres en sont un exemple frappant. Si le soleil agit directement sur elles, la décoloration augmente proportionnellement. Le verre ordinaire devient d'abord jaune et, avec le temps, il prend un reflet rougeâtre. Il est difficile de déterminer exactement comment s'opèrent ces changements; on suppose que la lumière du soleil altère les éléments constitutifs du verre. Ces transformations n'ont qu'un intérêt théorique.

Une autre altération de la couleur est ce qu'on nomme l'irisation. Dans ce cas, le changement s'ob-

serve déjà dans le creuset ou dans le four — ou lors du façonnage. Ce défaut se révèle opaque. L'action de l'eau et des gaz accélère ces changements. La surface du verre devient bosselée; il se forme des écailles qui se détachent. La désagrégation progresse et finalement le verre est tout à fait décomposé. Ces transformations se produisent avant tout sur la surface du verre; elle devient terne. Par contre, tous les mélanges qui n'ont pas atteint la température qu'il leur fallait sont beaucoup moins enclins à devenir ternes, comme aussi l'adjonction d'une quantité exagérée de terre glaise empêche en général le verre de se ternir.

Durant le procédé de fabrication du verre, la transformation la plus communément observée est l'apparition de nuages. Afin d'empêcher le ternissement, on se sert d'une flamme produisant de la fumée qui, au moment où le verre liquide est retiré du fourneau, se lie avec les gaz de la flamme. On use aussi très souvent d'un procédé mécanique et chimique pour empêcher la formation des buées. Un bain dans une solution d'acides de sels déterminés, et un lavage avec de l'eau claire sont également un moyen efficace contre ce défaut. Comme on l'a vu plus haut, ces altérations sont dues essentiellement à des défauts de composition de la matière première et à un mauvais maniement du four.

Quant au verre blanc ordinaire, ces apparitions le rendent inutilisable. Tandis que ces mêmes défauts sont le fondement du verre opaque qui est précisément obtenu dans un stade arrêté de désagrégation et déterminé proportionnellement au degré d'opacité désiré. Ainsi, il est certain que la base du verre opaque résulte d'une mauvaise préparation des éléments de

la masse. La dévitrification commence au moment où le niveau de la température a atteint le point de fu-



Fig. 18. Pièce dévitrifiée (collection de l'institut chimico-technologique du Polytechnicum de Hanovre) d'après Robert Dralle, Die Glasfabrikation, Band 1. München und Berlin 1911.

Cliché de Verlag von Oldenbourg München, Allemagne.

sion. Sous certaines conditions, on peut dire que chaque verre est soumis aux apparitions dévitrificatives.

Malgré que ces apparitions jouent un rôle prépondérant dans la fabrication du verre, il a été impossible jusqu'à aujourd'hui d'en saisir la nature. Des enquêtes et des recherches scientifiques dans cette direction ont amené des résultats absolument différents, sinon contradictoires. On est obligé de combattre cet état de chose par des moyens empiriques. On admet cependant communément qu'une conduite trop froide déclenche le défaut inévitablement. Il en est ainsi surtout si le mélange contient beaucoup de chaux et s'il est riche en alcalis. D'ailleurs, ce défaut est inévitable aussi quand la masse, déjà à l'état liquide, reste trop longtemps à un degré de température proche du point de fusion. En outre, le réchauffement répété de la masse accélère la dévitrification et favorise le bossellement. Quand il s'agit de verre opale, le bossellement est la conséquence directe d'une trop grande quantité de chaux et d'un refroidissement ralenti dans un four surchauffé. Il peut être provoqué également par la chaleur à laquelle la canne et les instruments accessoires sont exposés.

La masse dévitrifiée présente, outre les transformations dont nous avons suffisamment parlé, un changement de poids. Elle gagne en solidité et s'approche dans sa nature de la porcelaine. Du reste, on a fait l'essai de remplacer la porcelaine par le verre dévitrifié. Si on n'a pas obtenu un résultat satisfaisant, c'est que le prix de revient en est trop élevé. Mais il faut reconnaître cependant que ces essais n'ont pas été entrepris avec une persévérance soutenue.

Les apparitions de la cristallisation sont un contre événement de la dévitrification. Logiquement, ces apparitions ne deviennent visibles que dans le verre opale, le verre d'albâtre et d'autres sortes de verres

opaque. Les causes ont aussi des origines différentes. Un mélange qui contient peu de substances ternes se devitrifie déjà par une température relativement basse, aussi un mélange trop riche en substances de cendres d'os se devitrifie par une température très basse. Une adjonction forcée de cendres d'os de mouton calcinés peut également favoriser la cristallisation ou même supprimer tout ternissement; c'est donc la quantité de cette substance qui décide du produit final. Cependant le défaut qui provient de l'addition de cendres d'os de mouton peut en général être éliminé par un réchauffement répété et un refroidissement progressif de l'objet. D'autre part, on peut prévenir aussi la devitrification en ajoutant de la terre glaise ou de l'acide.

On a constaté que le verre est soumis à une sorte de débilité d'âge; son aspect change. La pureté de la masse est influencée par l'élimination de cristaux, et parallèlement, la fragilité augmente. On prétend aussi que du verre très vieux peut être détruit par des champignons microscopiques. On n'en a cependant aucune preuve certaine.

Une autre sorte de défaut a donné naissance à ce qu'on appelle le verre à bulles. Ces formations bulleuses sont souvent imperceptibles à l'oeil nu. On distingue principalement des bulles d'air et des bulles de verre. Les causes en sont multiples et variées, notamment de nature mécanique et chimique, et sont observés durant tout le procédé de fusion et jusqu'à la cristallisation achevée du verre. En général, on suppose que la formation de bulles est due à un développement de gaz qui proviennent d'une fausse composition ou d'une mauvaise qualité des matières premières.

Si le mélange est amené dans un four d'une température trop basse, ou si la masse en fusion n'a pas été remuée suffisamment, il en résulte la formation de bulles. Une quantité exagérée ou même l'insuffisance de catalyseurs se répercute sur la formation de bulles, qui le plus souvent sont engendrées par des défauts de fabrication, soit que la canne du verrier ne soit pas propre, soit que ce dernier ne soigne pas assez le prélèvement de la masse de verre. Un jet précipité de la matière peut également occasionner des bulles. Elles se forment sous l'influence de substances dégageant des gaz dans la masse du verre. La désagrégation d'éléments métalliques qui, par erreur ou par hasard quelconque se sont introduits dans la masse, amènent également la formation de bulles de verre. Il faut cependant ajouter que l'apparition de bulles est voulue dans la plupart des cas, et qu'alors on ne peut parler de défauts; tandis que si la formation de bulles de verre est due à des inattentions, si par quelque maniement imprévu le procédé est dérangé, on a alors affaire à un défaut proprement dit.

Il a été déjà fait allusion plus haut à la valeur de la formation de bulles qui provoquent l'élimination de corps étrangers. L'emploi, à cet effet, de pommes de terres et de carottes trempées réagissent par des gaz qui, précisément éliminent les corps étrangers.

Nous l'avons vu, c'est à un mauvais mélange des matières premières, ou à un dosage mal compris des compositions que sont dûs les défauts qui se traduisent par une altération de la couleur. Celle-ci exerce une influence sur la pureté et la clarté du verre, et également sur l'apparence en général, et la régularité du verre.

Les défauts dûs au hasard sont les suivants : un courant d'air soulève la poussière qui tombe sur la masse de verre encore liquide et la souille ainsi. Ou encore, la canne est trop chaude et la masse n'adhère pas; au contraire, elle s'égoutte. Des bulles en sont souvent la conséquence. Autrefois, c'était surtout la fumée due à une construction défectueuse qui causait ces apparitions bulleuses redoutées. Aujourd'hui, la technique du chauffage est si avancée que le développement des gaz nocifs est à peu près nul.

Un autre imprévu marquant de la fabrication du verre est, qu'au moment de leur découpage, les blocs se fissurent. Une catégorie spéciale de défauts dans la confection sont les craquelures, c'est-à-dire des lésions de la surface du verre. Elles sont dues à des causes variées. Ces fissures sont provoquées, dans la majorité des cas, par un faux maniement des articles durant le procédé de fabrication. Cette constatation s'applique spécialement au verre pressé et au verre à bouteilles. Le domaine des défauts du verre est, à vrai dire, illimité.

VIII.

Le four à refroidissement

Le procédé de refroidissement constitue un événement important dans la fabrication du verre. C'est lui qui empêche les cassures qu'entraîneraient les contractions inévitables par un brusque changement de température. Le procédé de refroidissement dure de 4 heures à 12 heures; pour bouteilles, objets pressés

et flaconnage ou verre à vitre, 1 à 3 jours. C'est le verre terminé ou le verre pressé qui entre dans le four à refroidissement. Celui-ci a une température proche du point de cuisson, sans toutefois l'atteindre.

Il y a des fours spéciaux. Il existe plusieurs genres de fours à refroidir. La construction la plus ancienne est quadrangulaire et atteint une surface de 5×5 mètres. Le verre terminé est introduit dans le four qu'on ferme ensuite hermétiquement. Une verrerie aménagée de façon rationnelle utilise la chaleur du four à fusion pour chauffer le four à refroidir. Mais le chauffage peut également s'effectuer avec du gaz ou du charbon, indépendamment du four à fusion.

Dans beaucoup d'entreprises, on se sert d'un système de four à refroidir parcouru de canaux pour opérer sur une quantité de verres tels que bouteilles, vitres et plaques de verre à miroir. Le four à canaux est construit en largeur. Une issue se trouve à chaque extrémité de la construction. Les fours à refroidir sont naturellement construits de pierres réfractaires.

CHAPITRE VIII.

LES MACHINES A FABRIQUER LE VERRE DE LA SOCIETE OSRAM A BERLIN- SIEMENSSTADT

Parmi les entreprises qui s'occupent de l'industrie du verre, une des plus remarquables, est la fabrique Osram, connue sous le nom de Osram Maschinenglaswerk Berlin-Siemensstadt. L'importance de ces usines et ses procédés de fabrication nous engagent à lui consacrer un chapitre dans notre thèse. Cette entreprise a commencé son exploitation en 1927; elle est unique en Allemagne, quant à sa modernité. C'est là qu'ont été mises en valeur les expériences les plus récentes. Cette fabrique s'est spécialisée dans la production d'ampoules électriques. Jusqu'alors, on les confectionnait à la main au moyen de la canne à verre.

Les usines Osram lancent annuellement sur le marché 100-120 millions d'ampoules, mais il est possible de porter cette quantité à 250 millions. Les machines à souffler sont mises en action par l'électricité. Dans les verreries un peu surannées, la composition du mélange se fait à la main, c'est-à-dire par la pesée

des matières premières, le transport par wagonnets et le mélange par pelletées ou encore au moyen d'installations absolument primitives.

L'entreprise de Siemensstadt a éliminé presque tout travail manuel et l'a remplacé par de puissantes machines combinées à des fins diverses. Les usines Osram sont rattachées par une voie propre directe-

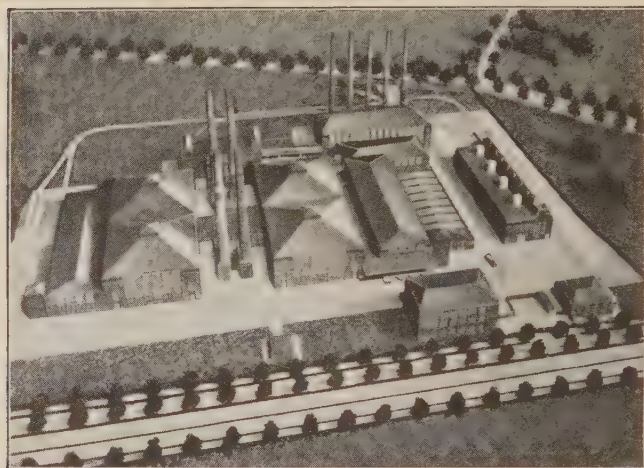


Fig. 19. Vue générale de l'usine complètement terminée.

Cliché de Osram-Glasmaschinenwerk, Berlin-Siemensstadt, Allemagne.

ment au réseau des chemins de fer d'Etat. Les wagons transportant du sable, de la chaux, des dolomites, du borax, de la soude, de la potasse, etc., sont transportés à l'aide d'une grue à roulement radial, déplacés sur une voie de 100 cm. d'écartement et par un tracteur électrique transportés immédiatement dans le dépôt à mélanges. Là, on trouve des boxes qui peu-

vent contenir de quinze à vingt mille kilogrammes de matières premières. C'est par un ascenseur que les divers matériaux, contenus dans des sacs ou des barils arrivent au premier étage, exception faite du sable, qui, toujours un peu humide, passe d'abord dans des « tambours asséchants », où il est séché par des gaz chauds; c'est seulement après cette opération qu'il est amené dans les boxes au moyen d'un noria.

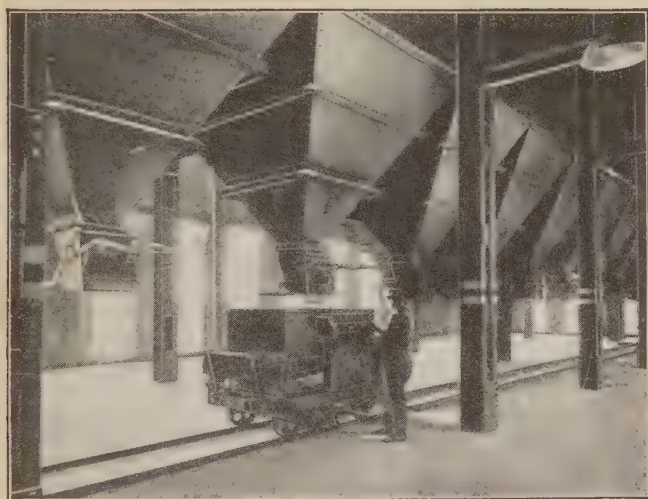


Fig. 20. Boxes de matières premières avec petit chariot de pesée
Cliché de Osram-Glasmaschinenwerk, Berlin-Siemensstadt, Allemagne.

Les déchets éliminés durant la fabrication sont ramenés dans les entrepôts. Là, ils sont réduits à des pièces de 1×2 cm. environ et arrivent également au moyen d'un noria, dans les boxes où ils sont ajoutés aux mélanges dans les proportions de poids déterminé. Le mélange est obtenu par le passage d'un petit chariot destiné à recueillir successivement la matière première dans des poids prévus. La pesée se fait dans

le chariot lui-même. La balance en est rigoureusement exacte et chaque décimale est spécialement indiquée. Les quantités se trouvent bien en évidence sur chaque boîte au moyen de chiffres très nets. L'ouvrier qui actionne le wagonnet n'a rien d'autre à faire qu'à pointer le nombre destiné et à laisser pénétrer les substances jusqu'à ce que la balance, déclenchée automatiquement, interrompe d'elle-même l'écoulement des matières premières. C'est ainsi qu'un contrôle rigoureux est assuré et que la pesée des matériaux est toujours régulière et conforme aux quantités voulues.

Le contenu du chariot est amené dans un appareil à mélange mu mécaniquement. Ensuite, par un noria le mélange est transféré dans un dépôt spécial de la matière prête à être fusionnée. Sa capacité est si grande qu'il peut contenir la provision de plusieurs jours. Au moyen d'un chariot la matière préparée arrive à deux boîtes placées directement à la paroi de la vanne, desquels elle est introduite dans la vanne passant par un appareil spécial qui dose le mélange.

La pulvérisation se fait déjà dans le dépôt à mélanges ! Le dispositif spécial qui déverse le mélange peut, en quatre heures, accomplir la préparation complète pour une vanne : un premier ouvrier manie l'asséchage du sable tandis qu'un second homme actionne le tambour à mélange. Quatre heures après, ces deux hommes sont libres pour d'autres travaux, par exemple pour le transport de matières brutes ou de mélanges dans les dépôts. Le local à mélanges est construit de façon à permettre de fournir le mélange à deux et quatre vannes, respectivement en huit et seize heures. Une vanne peut, selon l'effet des machines, fusionner quotidiennement quinze à vingt mille kilogrammes de mélange.

La vanne est un bassin fait de grands blocs de briques réfractaires qui sont maintenus par des constructions en fer. La base de la vanne à fusion est de 6×5 mètres, et celle de la vanne de travail de $3,5 \times 5$ mètres. Les blocs sont moulinés et simplement juxtaposés sans être cimentés. Les interstices se remplissent d'eux-mêmes par le verre liquéfié qui s'introduit dans les fissures à une certaine profondeur, où il se solidifie à cause de son refroidissement. La fusion du verre s'obtient à une température de 1380 à 1400° dans la vanne de fusion. La vanne de travail et celle de fusion sont couvertes de la même voûte, mais les températures du verre doivent être différentes, c'est pourquoi les masses sont séparées. La vanne de travail a une chaleur moins élevée que la vanne à fusion, sinon la masse serait trop liquide pour le façonnage.

La séparation est formée par un pont en pierres réfractaires qui, dans l'entreprise en question est fixe, contrairement aux ponts flottants utilisés d'habitude. Le pont est vide à l'intérieur et refroidi par un courant d'air froid. Le pont comprend, au fond de la vanne, une sorte de passoire étroite en briques d'argile composée, nommée « col ». C'est par là que le verre passe de la vanne à fusion à la vanne de travail. C'est par ce procédé qu'on obtient la purification complète de tous les corps étrangers que produit toute fusion et qui s'amassent toujours à la surface du verre liquide. La passoire ne laisse filtrer que le verre clair du fond dans la vanne de travail.

Le contenu d'une vanne, quand le niveau du verre est près d'un mètre, est de 130.000 kilogrammes de verre. Le fond de la vanne, fait de grosses briques réfractaires, sur un châssis de fer, est supporté par des

piliers de briques. La partie supérieure de la vanne est une voûte faite de pierres de Dinas, soit un matériel réfractaire supportant les chaleurs les plus élevées.

La vanne est chauffée par une flamme transversale composée de trois brûleurs, desquels le gaz générateur entre dans la partie supérieure. Dans la partie



Fig. 21. Fours à bassin avec brûlurs transversaux

Cliché de Osram-Glasmaschinenwerk. Berlin-Siemensstadt, Allemagne

inférieure des brûleurs pénètre l'air nécessaire à la combustion. Les flammes sont aspirées par trois brûleurs situés à l'opposé. Le principe du chauffage des vannes repose sur la récupération. Cette solution pratique est due à Friedrich Siemens qui a laissé son nom au four qu'il a créé. Son invention repose sur les deux principes suivants :

1) Substitution des produits gazeux résultant de la distillation des combustibles solides à l'action directe de ces derniers; — production de ces combustibles gazeux dans des gazogènes spéciaux situés à distance des fours, et possibilité d'un réglage parfait de la température dans ces fours.

2) application à ces gaz et à l'air qui doit les brûler, du principe de la récupération par l'utilisation de la chaleur que possèdent les gaz de combustion.

Le four Siemens se compose de quatre parties :

- a) Le gazogène, ou générateur à gaz.
- b) la canalisation reliant le gazogène au four et servant au transport du combustible gazeux.
- c) les récupérateurs ou régénérateurs.
- d) la chambre de fusion à pots ou à bassin.

Les chambres ne se trouvent pas sous la vanne, mais à côté, contrairement au vieux système. Cette disposition permet de contrôler suffisamment toutes les parties du four, y compris les brûleurs. Les constructions anciennes aménageaient des fours souterrains qui, en cas de réparation, nécessitaient parfois la démolition d'une partie de la verrerie : tandis que les constructions modernes, étendues sur un vaste rez-de-chaussée, présentent un avantage énorme.

Les conduites du gaz et l'installation dite alternative sont également remarquables. L'ancien système ramenait les gaz générateurs dans des canaux cimentés qui s'obstruaient facilement. Il était difficile de retrouver les causes du dérangement de l'exploitation et c'était un problème d'effectuer les réparations nécessaires. Dans les constructions modernes, les gaz générateurs arrivent au four dans des tuyaux qu'on

peut aborder de tous côtés. Par des dispositifs de renversement, on n'utilise plus les tambours traditionnels, mais des soupapes qui peuvent fonctionner sans perte de gaz comme c'était le cas dans le vieux système. En outre, notons l'avantage que le changement de direction se produit en un espace très court. De plus, ces dispositifs sont automatiques depuis peu de temps.

Chaque brûleur a sa propre chambre et ses organes de renversement, de sorte qu'il peut être employé séparément et peut être isolément allumé ou éteint; on peut également effectuer en tout temps des réparations à cet organe alternatif. Un autre avantage de la séparation des brûleurs est qu'elle permet, dans une certaine mesure, la répartition de la température dans la vanne.

La machine Westlake ne prélève pas directement du fourneau le verre destiné à la fabrication des ampoules, mais l'obtient au moyen d'une « botte » fixée à la vanne de travail. Cette botte rappelle la forme d'un bonnet ouvert, aux coins recourbés et dont l'extrémité inférieure est trempée dans le verre liquide, tandis que l'extrémité supérieure est dirigée vers la machine. Les bords de la botte sont reliés à l'intérieur du four par une garniture de ciment réfractaire, pour le protéger contre l'air extérieur. La botte concourt à deux buts : préserver la machine de l'influence de la chaleur rayonnant de l'intérieur du four; nettoyer encore une fois le verre avant qu'il soit soumis au façonnage, en retenant les éléments souillés qui surnagent à la surface et ne laissant passer que le verre pur du fond de la masse à la fabrication.

Toute la vanne, y compris les chambres, les organes de renversement et les canaux aspirateurs reposent sur une grosse plaque de béton. Immédiatement sous la vanne principale se trouve une grosse vanne en béton remplie d'eau. C'est là qu'on laisse s'écouler le verre fondu en cas de réparation urgente. Remarquons encore que les murs latéraux de la vanne et les brûleurs peuvent être refroidis par de l'air dispensé par deux gros ventilateurs. Au commencement de son usage, la vanne nécessite peu d'air de refroidissement; elle doit être vers la fin, c'est-à-dire quand les pierres de la vanne deviennent par la dissolution du verre, de plus en plus minces — plus fortement refroidie.

Le principe de la méthode de travail des machines Westlake est le suivant : Deux leviers aspirateurs s'avancent dans le four et y aspirent une quantité du verre liquide qui est toujours la même et exactement celle qui est nécessaire à la fabrication d'une ampoule. Puis les leviers aspirateurs sont retirés pendant que toute la machine se tourne continuellement autour d'un axe vertical; quand la masse de verre se trouve exactement au-dessus de la canne, les orifices aspirateurs s'ouvrent et la laissent tomber sur les cannes verticales. Le verre saisi, une épine s'y empreigne et le soufflage automatique commence. Immédiatement après, les leviers qui portent les cannes avec la masse de verre opèrent un mouvement giratoire. Ce mouvement circulaire a pour but de répartir également la masse de verre. Tout en circulant, les cannes sont d'abord amenées à l'horizontale par un déplacement de 90 degrés.

Puis elles sont amenées de nouveau par 90 degrés jusqu'à leur ouverture, et dirigées vers le bas, laissant

pendre la masse. Par l'effet de leur poids propre et par le soufflage d'une quantité d'air dosée, la masse de verre est préformée et alors recueillie dans des moules qui se trouvent immédiatement en-dessous. Les deux moitiés du moule se ferment aussitôt que la masse de verre, dite manchon, suspendue encore à la canne, se trouve entre elles, et qu'elle a atteint les

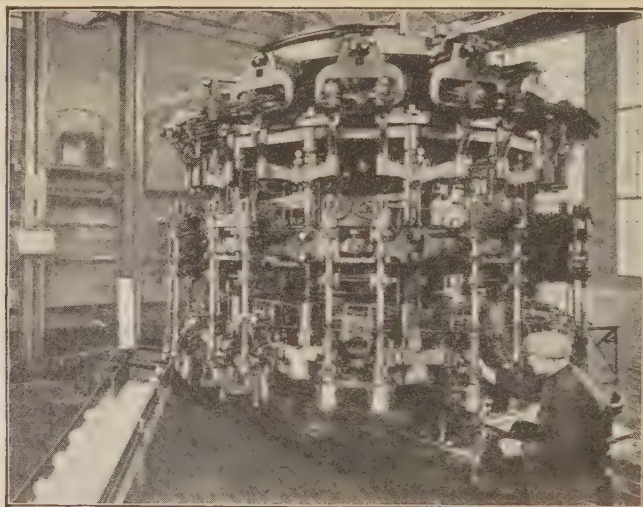


Fig. 22. Machine Westlake avec douze paires de cannes

Cliché de Osram-Glasmachineswerk. Berlin-Siemensstadt, Allemagne.

dimensions voulues. Au moyen d'air comprimé la formation de l'ampoule s'achève définitivement. Après un dernier parcours de 45 degrés de la machine, le moule s'ouvre et dépose l'ampoule sur un trottoir roulant.

La machine Westlake existe en deux modes d'exécution; chacun comprend douze paires de cannes et douze paires de leviers aspirateurs; chacune de ces

parties est trempée simultanément dans la botte, en prélevant deux manchons. Les leviers aspirateurs sont placés au-dessus des cannes qui en dépendent, et marchent avec la machine.

La machine Westlake du second genre, dite : machine à levier aspirateur unique, ne comprend qu'une seule paire de leviers qui ne sont pas mus avec la machine mais restent fixes et pourvoient de manchons chaque paire de cannes à tour de rôle.

Toutes les machines Westlake nécessitent des compresseurs d'air pour la production d'air comprimé moyennant quoi le manchon est soufflé en ampoule. En outre, cet air comprimé refroidit les leviers aspirateurs, les cannes, les moules et même les manchons. La machine du premier genre nécessite en dehors de cela un vacuum pour amener la masse de verre hors de la vanne jusque dans les orifices aspirateurs. La machine à un levier produit elle-même le vide nécessaire en ce sens qu'au moment où le levier aspirateur s'avance, il se forme automatiquement le vacuum pour effectuer l'aspiration de la masse de verre. La machine à un levier unique signifie dès lors une simplification de la machine Westlake.

Les ampoules, comme on l'a déjà dit, sont déposées de la machine directement sur un trottoir roulant qui les transporte à la machine qui les coupera. Ce transfert refroidit également les ampoules. Elles sont introduites automatiquement dans la machine où elles sont coupées au moyen d'une flamme autogène, courte et énergique. On utilise du gaz d'éclairage comprimé et de l'air comprimé. De cette machine à couper, les ampoules arrivent dans un four de refroidissement afin d'éviter les contractions toujours à craindre. Dans les usines Osram à Weisswasser, les ampoules qu'on

fait à la main ne sont pas décontractées : et il y en a une quantité qui se fissurent à cause des contractions. Les ampoules fabriquées à Berlin-Siemensstadt sont plus résistantes parce que par leur refroidissement soigneux, toutes contractions sont empêchées.

Le fourneau à refroidir est chauffé par du gaz générateur avec une adjonction d'air comprimé qui traverse un canal d'une longueur de 7 mètres. Les ampoules arrivent à ce fourneau sur un trottoir roulant. Dans la première partie, le four doit avoir une température minimale qui déborde la température déterminée et fait disparaître les contractions du verre. Si cette condition est remplie, les températures suivantes peuvent tomber rapidement sans que persiste le danger que le refroidissement accéléré produise de nouveau des contractions dans les ampoules.

A leur sortie du four à refroidissement, les ampoules sont contrôlées et triées quant à leur forme, et quant aux défauts du matériel. Pour faciliter ce travail, on a créé des installations d'éclairage artificiel. Cela existe en vitres dépolies, illuminées par derrière avec des lampes dans la lumière ressemble à celle du jour.

Cet aménagement permet d'examiner minutieusement les ampoules. Les pièces défectueuses sont placées dans des caisses à déchets; les autres, destinées au marché, sont emballées sur place et transportées directement dans les magasins Osram, après avoir été contrôlées encore une fois moyennant un appareil de polarisation, c'est-à-dire un appareil de contrôle d'ampoules dans la lumière polarisée. Cet examen garantit que les ampoules sont absolument décontractées et que tout le procédé de refroidissement s'est déroulé normalement.

CHAPITRE IX

L'AUGMENTATION DE LA RENTABILITE D'UNE FABRIQUE DE VERRE

Le but de toute la fabrication moderne est d'organiser l'industrie de façon à ce que le principe économique soit sauvegardé, autrement dit : obtenir le maximum de produit avec un minimum de perte de temps. Ce principe, dit économique, est presque unanimement observé dans les fabriques. Le chemin que le procédé de fabrication parcourt se ramène à une ligne droite qui va du dépôt des matières premières jusqu'à l'emballage des produits terminés. Les matières premières arrivent généralement par les chemins de fer, puis elles sont placées dans le bâtiment qui leur sert de dépôt. Elles sont mélangées et transportées dans les fours où le verre est fusionné. Le four est relié directement aux machines et la masse en fusion y est introduite sans perte de temps. Les machines confectionnent les objets désirés qui sont alors transportés dans le four à refroidissement sur de petits chariots, ou au moyen d'un trottoir roulant.

Puis ils parviennent au local de contrôle et de triage où les pièces non défectueuses sont emballées immédiatement et prêtes à être expédiées. Les fabriques modernes sont aménagées de telle façon que tous les transports inutiles sont évités. Les matières premières parcourent, jusqu'au produit manufacturé, le plus court chemin possible.

Ainsi, les entreprises modernes se servant de machines et soumettant tout le procédé de fabrication à des installations rationnelles, notamment le trottoir roulant, signifient que l'automatisation de l'industrie du verre est possible et que le principe économique peut être observé strictement.

CHAPITRE X

CONDITIONS ECONOMIQUES RELATIF A LA FONDATION D'UNE FABRIQUE DE VERRE

Une situation géographique déterminée pour l'industrie en général, actuellement, vu le développement intense des moyens modernes de communication, — n'est plus absolument nécessaire. Ceci s'applique également au cas particulier qui nous intéresse : l'industrie du verre. Toutefois, lors de la fondation d'une verrerie, on préfère encore aujourd'hui, s'il est possible, déterminer l'emplacement à proximité de bancs de sable, de mines de charbon et cela, malgré les moyens de transports facilités. Ces deux facteurs : les moyens de transports et la proximité des matières premières ont une influence prépondérante sur l'économie et la rentabilité de la fabrique.

En conséquence, on peut diviser l'industrie en deux groupes : celle qui est liée à l'emplacement des matières premières et celle qui est située dans un cen-

tre important de communications. L'industrie du verre appartient au premier groupe, car sa dépendance des matières premières est proportionnellement très marquée. Quand on observe le procédé chimico-technique qui est à la base de la fabrication du verre, on constate que pour obtenir un kilogramme de verre, les quantités suivantes de matières premières sont nécessaires: 1 3/4 kg. de silice quartzeux et plus d'un kilogramme de charbon ou une quantité égale de combustible, plus diverses substances chimiques, en moindre proportion, donc près de trois fois le poids du produit manufacturé.

La consommation de combustible était autrefois beaucoup plus grande, en raison de la mauvaise construction des fours. Le développement de l'industrie du verre a donc apporté aussi des améliorations dans ce domaine-là. Lorsque le bois était encore le combustible principal, on recherchait la proximité des forêts : c'est particulièrement dans le voisinage de certaines montagnes qu'on trouve encore d'anciennes verreries, là où le sable était en même temps d'une extraction facile. Plus tard, l'industrie verrière se transporta dans le voisinage des mines de houille, où on trouve encore la majorité des fabriques de verre. L'enquête poursuivie dans plusieurs pays, révèle que, toujours la proximité des matières premières, jusqu'aux temps récents, a déterminé l'emplacement. On peut dire à ce propos que la situation des marchés et des débouchés ne joue qu'un rôle secondaire, tandis que la matière première et les combustibles sont d'intérêt capital. On peut donc conclure que le transport des produits confectionnés est moins onéreux que celui du sable, du charbon, etc.

Aux emplacements naturels s'opposent les emplacements artificiels. C'est particulièrement la douane qui a joué un grand rôle et qui a amené une dispersion dans l'emplacement. Dans la plupart des cas, les frontières politiques n'enferment pas dans leurs limites un territoire économique unifié. C'est pourquoi on cherche à créer avec des moyens artificiels un organisme économique unique. Les inconvénients de la situation naturelle sont compensés par des avantages de tous ordres et spécialement des tarifs douaniers. Pour la politique commerciale d'une fabrique de verre, sa situation peut être d'une importance capitale. Lors de la fondation d'une fabrique verrière, nécessitée par un concours de circonstances politiques, on doit avoir en vue d'autres risques et aussi d'autres bénéfices que les industries dont la situation est soutenue par les circonstances naturelles. Car c'est seulement dans ce dernier cas qu'on peut prévoir une durée d'exploitation assez longue. Pour le développement des verreries, la situation favorable au point de vue des moyens de transport joue actuellement aussi un rôle important. Il est clair que les anciennes verreries qui dans les contrées montagneuses durent se passer de moyens de locomotion tels que les chemins de fer et la navigation étaient en désavantage flagrant vis-à-vis de leurs concurrentes plus favorisées par leur situation. Une verrerie qui ne dispose pas d'un accès direct au réseau des chemins de fer d'Etat, est dans la plupart des cas empêchée de se développer, parce que le coût de transport est si élevé que les frais réduisent ses bénéfices si elle veut tenir les prix de la concurrence.

Un autre avantage de la proximité du sable et

du charbon est la limitation des stocks. Les matières premières se trouvent à portée de main, il en résulte une économie manifeste provenant de la réduction du capital investi dans le stock.

Dans plusieurs endroits, l'industrie du verre a conservé le travail manuel tel qu'il se pratiquait autrefois; il existe encore des fabriques, même importantes, qui ne sont pas encore industrialisées. Elles sont restées des métiers, mais sur une plus vaste échelle que jadis. On peut supposer que ce stade sera bientôt définitivement dépassé. C'est, avant tout l'Amérique qui marque le progrès dans le développement industriel. Quant au domaine de la verrerie, l'évolution dans le travail de l'ouvrier est regrettable; elle fait peu à peu disparaître le véritable artiste qu'il fut. D'autre part, il faut accepter cette évolution et la favoriser, car elle est à la base de l'intérêt économique en général; seule une rationalisation et une automatisation complètes permettent de satisfaire l'énorme proportion des besoins de l'économie moderne.

Le grand essor du développement dans d'autres branches industrielles des dernières décades n'a pas été partagé dans la même mesure par l'industrie du verre. Son activité et son épanouissement ont été retardés parce qu'on a exagéré dans beaucoup de cas, la valeur des installations et des procédés traditionnels. On constate que dans l'industrie verrière l'originalité et l'individualité sont nécessaires à la fabrication d'art.

Pour la construction d'une fabrique de verre, la disposition des bâtiments et des installations est particulièrement importante, mais on se soucie moins de la solidité des fondations, car dans la plupart des

cas, on ne fait qu'un étage. Même quand on veut installer de grands fourneaux, les fondations sont relativement simples. Par contre, toute l'attention est portée sur les eaux souterraines dont on doit connaître exactement le niveau et les variations. Ces deux facteurs coopèrent essentiellement à la réussite de la construction d'un four. La pénétration d'eau dans les fondations se répercute sur la durée du bâtiment, et endommage même l'exploitation. On doit être également très attentif à la possibilité d'inondations. Un four descend à deux ou trois mètres dans la terre.

Le principe inhérent à toute industrie est l'obtention du maximum de rendement avec un minimum de frais. Ce but est atteint par une organisation soignée; la répartition du travail ainsi que la brièveté du chemin à parcourir sont des facteurs importants. C'est par ces moyens qu'on obtient une spécialisation telle que l'exige l'économie moderne. On doit admettre que ce principe est communément adopté et en usage, sauf dans l'industrie du verre où il n'a pas reçu toute son application. A part quelques exceptions, les verreries mécanisées sont rares.

La première amélioration réside donc dans le trajet de transport : il doit :

1) être très court. — 2) ne pas passer en dehors des bâtiments. — 3) ne pas se croiser. — 4) traverser les locaux de travail dans une seule direction. — 5) ne pas occasionner un cumul de marchandises. L'exemple suivant, comparant une ancienne verrerie à une construction moderne, met en lumière les avantages d'un chemin de travail rationnel :

AUTREFOIS		AUJOURD'HUI
<i>Combustible</i> <i>Trajet</i>		
Du wagon à l'entrepôt	50 m.	Une scie mobile sur un trottoir roulant :
De l'entrepôt à la scie	160 m.	
De la scie au générateur.. . . .	60 m.	on a épargné.. . . 100 m.
<i>Matières premières</i>		
Du dépôt au chariot de mélange .. —	237 m.	237 m. par une installation mécanique on a épargné 200 m.
Du chariot de mélange au four ..	4 ouvriers	4 ouvriers et un seul ouvrier suffit.
<i>Marchandises</i>		
Du four au contrôle	56 m.	
Du contrôle au laminage.. . . .	64 m.	
A l'intérieur du laminage	116 m.	par un groupement rationnel on a épargné.... 200 m.
Du laminage à l'emballage:	65 m.	
De l'emballage au dépôt.. . . . —	98 m.	et par une autre disposition 60 m.
		économie.. . . . <u>460 m.</u>

D'autre part, onze ouvriers de moins ont été mobilisés et la casse a diminué dans un pourcentage marqué; voilà des résultats appréciables de l'économie réalisée. C'est avant tout au transport qu'on doit prêter une attention spéciale. Cette question se résout sur place, car les conditions locales jouent un rôle évident. Une des premières ressources des temps modernes, est l'apparition de la grue; pour le transport des mélanges, des creusets, du combustible. Les voies accessoires, voies Decauville et autres, et les trottoirs sont de précieux auxiliaires.

La disposition des bâtiments doit avant tout permettre d'embrasser d'un seul coup d'œil toute la fabrication; ce problème est solutionné par la construction d'une immense halle de travail.

Dans beaucoup de fabriques de verre, on ne fait que quelques produits déterminés en qualité et en variété, ce qui permet de diminuer les dimensions du local de contrôle et d'emballage.

La pièce réservée au four, cette âme de la fabrication du verre, mérite une attention particulière. Dans le courant des siècles, une formation déterminée de la construction des fabriques de verre s'est cristallisée. Mais elle ne peut plus suffire aux besoins accrus des temps modernes. La tendance actuelle vise la construction de halles toujours plus vastes et toujours plus hautes. La chaleur énorme et les gaz qui se dégagent dans les fabriques de verre peuvent, naturellement être éliminés beaucoup plus vite. Il est clair que dans les verreries anciennes, ces deux facteurs étant difficilement combattus, l'ouvrier est empêché de développer le maximum de sa capacité. Quand il s'agit donc de construire un bâtiment destiné à recevoir le four, on doit pratiquement calculer l'effet de cette chaleur, et déterminer proportionnellement la grandeur du local. Souvent, le développement de l'usine nécessite l'aménagement d'un second four, éventualité dont on doit tenir compte. On utilise surtout du béton armé, du fer et des briques. Les constructions en bois doivent être évitées quoique on en trouve encore, dues au prix de revient plus modique. Le danger d'incendie est immense. Il est naturel que ce sont presque exclusivement les verreries construites totalement ou partiellement en bois qui brû-

lent. Il faut pourtant remarquer que les toits en bois présentent moins de danger pour les fours, en cas d'incendie, que les toits aux charpentes de fer qui, en s'effondrant, les endommagent beaucoup plus gravement, et même les détruisent parfois complètement.

Le danger d'incendie est cependant beaucoup plus réduit dans les constructions en béton armé ou en fer. La chaleur intense a une autre conséquence néfaste sur le bois : elle le dessèche et le fend. Des préparations spéciales appliquées au bois contre le feu, deviennent, avec cette chaleur énorme, illusoires.

On doit aussi consacrer une attention spéciale aux questions d'éclairage et d'aération. Ce sont deux facteurs déterminants de la capacité et de la résistance de l'ouvrier, et, en dernière analyse, de la rentabilité de toute l'entreprise.

La plupart des verreries fabriquent elles-mêmes les creusets nécessaires à leurs besoins, dans un bâtiment spécialement aménagé dans ce but, le local des creusets. On le situe de préférence vis-à-vis du bâtiment des fours, afin de faciliter le transport des creusets fragiles et pesants. Ce local doit être avant tout protégé contre les variations de températures et les courants d'air. Il en est de même pour le local où sont entreposées les briques.

La qualité qu'aura le verre est déjà en jeu dans les locaux destinés au mélange des matières premières. On doit observer des soins particuliers et une stricte propreté, conditions qui déterminent également le choix du dépôt des matières premières. La poussière doit être évitée à tout prix. Dans ce but, les moteurs et les parties délicates des machines sont soigneusement encapuchonnés.

Toutes les diverses substances doivent se trouver commodément à disposition. Le laminage et les autres étapes dans lesquelles le produit est définitivement achevé doivent se poursuivre dans un bâtiment d'un seul étage si possible, pour éviter le transport vertical, toujours scabreux. Quand le prix des terrains à bâtir n'est pas très élevé, la fabrique s'étend en superficie et ne comprend même souvent que le rez-de-chaussée.

Les constructions traditionnelles consistent en salles longues et étroites, pourvues de fenêtres des deux côtés et devant lesquelles se trouvent les machines et les tables de travail. Ces installations conviennent à de petites entreprises. Pour des exploitations plus grandes, il faut aménager de plus vastes locaux dans lesquels les machines se succèdent selon le chemin du procédé de fabrication. L'éclairage varie suivant le service des machines. L'emplacement de ces dernières est encore guidé par le principe de la limitation des manutentions et le souci d'une ligne directe à travers toutes les étapes de la fabrication.

Le contrôle en cours de fabrication doit viser la diminution des risques de bris, et doit stimuler l'ouvrier.

L'emplacement et la construction du dépôt font aussi l'objet d'une attention et d'un calcul déterminés. L'introduction facilitée des matières premières en dépend entièrement.

La fabrication du verre à bouteilles, par contre, n'exige pas des entrepôts spécialement aménagés, puisque souvent même ces récipients achevés sont simplement déposés à l'extérieur de la fabrique. Les usines qui produisent des articles plus fins et de di-

mensions variées nécessitent l'aménagement spécial de locaux, d'entrepôts, de rayons, de casiers, etc.

Dans les fabriques de verre à miroir et de vitres, il est indispensable que les rayons soient au niveau du sol. Les articles courants, faits en séries, peuvent être entreposés dans un bâtiment à plusieurs étages.

On évitera de construire les entrepôts en bois, le papier d'emballage, la paille et les balles augmentant le danger d'incendie. Là aussi, le béton est un matériel tout indiqué. Si l'on dispose d'une place suffisante, il est très pratique d'installer dans ce local un bureau destiné à la comptabilité du magasin et au service d'expédition. Ce moyen permet un contrôle permanent de l'entrepôt et entrave les tentatives de vol. Les emballeurs sont également surveillés et l'expédition gagne en célérité et en bienfacture. Dans de grandes exploitations, on utilise souvent des magasins intermédiaires qui peuvent être très utiles dans certaines circonstances, sans toutefois être indispensables au point de vue technique.

Le dépôt des matières premières a évidemment son entrée du côté où l'accès à la route ou à la voie de chemin de fer est le plus court. Des installations spéciales sont indispensables pour le déchargement en grande quantité dans les fabriques importantes.

Les combustibles comme le bois, le charbon, les briquettes sont presque toujours déposés dehors. Mais pour faciliter le contrôle de la consommation, il serait préférable de les déposer dans des boxes.

Certaines verreries possèdent des locaux de contrôle, des cantines, des salles destinées aux réparations, des bureaux techniques. Il va de soi que le personnel dispose de locaux avec des armoires à clé pour changer de vêtement.

Les accidents forment un chapitre très important. La plupart des Etats ont des dispositions législatives à ce sujet. Mais on devrait encore dépasser ces prescriptions, car le sentiment de protection augmente chez l'ouvrier la capacité et le courage au travail.

La lutte contre l'incendie est d'une extrême importance. Car c'est surtout dans l'industrie du verre que le danger de feu est immense à cause des températures élevées indispensables. Par conséquent, les générateurs et les conduites de gaz doivent être constamment surveillés.

Des installations de tuyaux d'eau à haute pression et des pompes doivent faire partie de chaque entreprise.

L'organisation intérieure d'une fabrique de verre donne au procédé chimico-technique une certaine tradition qui assure une production égale, simplifiée et bon marché. Il est dans la nature de l'industrie que le travail soit réparti, ce qu'on dénomme : division du travail. C'est par une organisation rationnelle basée sur la division du travail, qu'on obtient à meilleur compte le produit manufacturé. Le personnel assure la continuité de la fabrication. Chaque agent de production a ses devoirs précis et déterminés qui doivent être coordonnés au tout. Afin d'assurer un travail commun homogène, il est nécessaire d'établir certaines règles, de définir certaines actions et de faire régner l'ordre.

L'exploitation commerciale d'une fabrique de verre doit être également bien organisée, de même que le travail doit être effectué lestement. On ne peut se passer des éléments suivants : une direction supé-

rieure, une administration commerciale et technique irréprochables, des méthodes expérimentées de calcul et d'expédition.

Un contrôle incessant maintient l'organisation de la fabrication. A part les contrôles commerciaux proprement dits, il est nécessaire de surveiller constamment: les bâtiments, les routes, le matériel roulant de la fabrique, les conduites d'eau, de gaz et de lumière, la quantité et la qualité des matières premières et des matières à combustion. On doit relever périodiquement les stocks, c'est-à-dire faire l'inventaire des contrôles dans les laboratoires chimiques, vérifier l'installation intérieure et la fabrication. Suivant les cas et les circonstances, les contrôles énumérés peuvent être augmentés et spécialisés. Dans la pratique, on observe en plus des contrôles établis d'avance, des contrôles indépendants nécessités par le procédé de fabrication. Le contrôle du temps est excessivement important, temps que nécessite la fabrication d'un seul objet du commencement jusqu'à l'arrivée dans la salle d'expédition. Il est clair que l'accélération de la production se répercute sur le rendement. Plus le temps que nécessite une commande pour son exécution est court, plus le capital investi circule, et par conséquent, devient rentable.

Avec l'évolution de l'industrie du verre, la normalisation et la spécialisation doivent servir d'idées directrices. Actuellement déjà une certaine normalisation préside à la fabrication du verre à miroir, des vitres et des cylindres, elle a également déterminé entre les fabricants un accord concernant les dimensions de la cheminée en verre pour les lampes à pétrole. La normalisation apparaît aussi dans la fabri-

cation de la gobeletterie pressée. Il serait absolument désirable qu'elle intervînt aussi dans la fabrication des bouteilles à vin, à bière, des flacons à médecines d'autant plus que ces articles ne sont pas exposés aux caprices de la mode.

La question ouvrière est d'une importance capitale, surtout dans les exploitations qui font essentiellement appel à la main-d'œuvre. On demande à l'ouvrier, outre les qualités physiques, un développement intellectuel assurant la compréhension de son travail. Par sa nature, l'ouvrier sur verre rentre dans la catégorie des mécaniciens de précision, quoique sa situation sociale et son éducation ne s'accordent pas toujours avec les mécaniciens fins. Ceci est regrettable et prouve que l'art manuel se perd dans la fabrication verrière. Dès lors, les fabriques de verre devraient tendre à améliorer le niveau social de l'ouvrier.

Une bonne organisation dans la fabrique a l'avantage de dégager tous les procédés et toutes les transformations à l'intérieur des ateliers. Cette condition permet de réaliser un contrôle efficace. D'ailleurs, celui-ci se fait au moyen de rapports et on constate qu'ils sont rationnellement compris, quand on les écrit toujours sur les mêmes formulaires. Une bonne organisation ne peut pas se passer du contrôle personnel de l'entrepreneur; elle est même une condition première de succès qui implique la constatation immédiate de points faibles dans une entreprise et l'application sans délai des améliorations à effectuer.

Arrivant à la fin de notre étude, nous avons pu constater que l'industrie du verre a subi un énorme développement. Mais il faut observer que les limites de son évolution ne sont pas encore atteintes, spécia-

lement en ce qui concerne l'organisation intérieure.
Il y a encore beaucoup à réaliser, car la rentabilité,
élément essentiel d'un organisme économique, en dépend directement.

Conclusion

Depuis que le verre a été inventé, son développement s'est caractérisé en trois phases. D'abord on ne préparait que la masse de verre proprement dite qu'on versait dans des moules pour en former des objets. Les procédés de fabrication étaient strictement tenus secrets.

Une impulsion nouvelle, et qui constitue la seconde phase, a été donnée à la fabrication par la découverte de la canne du verrier. Elle donna un essor considérable à l'industrie du verre en permettant une grande diversité de formes. Le commerce accapara ces objets, autrefois l'apanage des prêtres, et par cela même, les procédés de travail et les recettes de mélange se divulgèrent et la fabrication se décentralisa.

Parallèlement à la constitution des grands Etats européens, la fabrication du verre fut influencée par les découvertes scientifiques, l'analyse des matières premières et l'étude de la marche du travail. La dernière phase se manifeste par une rationalisation de la production et par la substitution de la machine à la main-d'œuvre. Elle se caractérise par la grande production et la production en série.

L'introduction de la fabrication du verre en Egypte n'est point une utopie, — mais bien au contraire, de nombreuses chances de succès sont certaines — et nous espérons que les entrepreneurs y intéressés ne tarderont pas à la réaliser pour le plus grand bien de la nation.

L'Egypte, si favorisée à tous les points de vue, semble prédestinée à un bel avenir, celui-ci n'est pas lointain, puisque les sphères dirigeantes ont compris que l'introduction de l'industrie est devenue une nécessité, en vue de compléter d'une façon harmonieuse l'édifice économique du pays.

ANNEXE

TABLEAU N° I

*Analyse de monnaie de verre arabe vers 975
après J.-C.*

Sable	67,02
Oxyde de fer et oxyde d'aluminium	4,97
Chaux	4,18
Magnésie	1,14
Oxyde de manganèse	0,89
Chlore	21,67
	99,87

TABLEAU N° II

Analyse du sable de Karnak

Sable	83,61
Oxyde de fer et oxyde d'aluminium	1,32
Chaux	12,01
Magnésie	1,23
Chlore de soude	0,41
Eau	1,57
	100,15

TABLEAU N° III

*Analyse de l'époque de la XII^e dynastie
(vert jaune)*

Sable	68,02
Oxyde de fer et d'aluminium	4,01
Magnésie	0,94
Potasse	2,19
Soude	19,41
Chaux	5,03
Oxyde de magnésium	0,29
	99,89

Analyse du docteur Baroudy

TABLEAU N° IV

Analyse de l'époque de la XII^e dynastie

Sable	66,31
Oxyde de fer et d'aluminium	3,21
Magnésium	0,976
Potasse	20,23
Chaux	4,931
Magnésie	0,31
	99,977

TABLEAU N° V

*Analyse de l'époque de Ramsès IV
(verre vert)*

Sable	60,41
Oxyde de fer et d'aluminium	3,51

Chaux	3,746
Magnésium	2,166
Potasse	1,44
Soude	28,30
Magnésie	0,42
Oxyde de cuivre	traces
	99,992

TABLEAU N° VI

Analyse de verre orange de l'époque de Totius IV

Sable	59,02
Oxyde de fer et d'aluminium	3,87
Magnésium	3,01
Chaux	3,67
Chlore	30,15
Oxyde de magnésium	0,37
	100,09

TABLEAU N° VII

(d'après Dr. H. Schulz, Die Geschichte des Glases, Berlin)

	Verres égyptiens transparents de l'époque 1400 avant J.-Chr.			Verres égyptiens transparents vers 200-100 a. J.-Chr.		Verre égyptien dernière époque	
	Incolore 1	Incolore 2	Jaune miel	Bleu foncé	Incolore	Bleu très foncé	
Si 02	63,86	63,22	65,93	66,26	65,95	68,45	67,47
Ca 0	7,86	9,13	9,06	7,09	6,89	9,92	10,30
Mg 0	4,18	5,20	3,72	1,48	1,37	1,18	0,76
Al 203	0,65	1,04	1,33	3,26	2,49	3,85	4,98
Fe 203	0,67	0,54	0,80	0,78	0,28	0,89	0,14
Mn 0	traces	—	—	0,61	0,97	0,75	0,51
K 20	0,80	0,41	0,64	0,37	0,96	0,21	0,13
Na 20	22,66	20,63	17,97	19,33	20,30	14,79	15,36
Cu 0	—	—	0,75	0,95	—	—	0,31
S 03	—	—	—	—	1,08	—	—

TABLEAU N° VIII

Balance commerciale

(En millions de L. ég.)

Année	Exportations	Importations
1884	12.600	8.300
1885	11.500	9
1886	10.500	7.75
1887	11	8.25
1888	10.50	7.75
1889	12.25	8.25
1890	11	8.25
1891	14	9.33
1892	13.25	9.33
1893	13	8.75
1894	12.33	9.25
1895	12.75	8.33
1896	13.50	9.75
1897	12.75	10.50
1898	12.25	11
1899	15.75	11.33
1900	17.25	14.25
1901	16.50	15.50
1902	18	14.75
1903	20	16.75
1904	20.75	20.60
1905	20.40	21.75
1906	24.80	23.90
1907	28	26.15
1908	21.50	25.50
1909	26.10	22.20
1910	29	23.50
1911	28.75	27.20
1912	34.70	25.90
1913	31.75	27.75
1914	25.33	21.75
1915	27	19.40
1916	37.50	21.10
1917	41	33.25

Année	Exportation	Importation
1918	45.25	51.25
1919	76	47.25
1920	85.50	101.75
1921	36.40	55.60
1922	48.80	43.40
1923	45.40	58.40

TABLEAU N° IX

*L'exportation du coton et de ses produits accessoires
par rapport à l'importation générale*

Année	Coton en Cantares	Valeur totale	en graines par 50 kos.	en graines valeur	Exportation totale en Livres égypt.
1926	7.383.000	38.999.000	3.315.000	3.162.000	49.760.000
1927	6.835.000	34.371.000	2.546.000	2.246.000	48.341.000

TABLEAU N° X

Les achats des consommateurs principaux

Année	Pays	Coton par 50 Kg.	Valeur (Prix)
1926	Angleterre	3.064.000	15.374.000
1927	»	2.848.000	14.809.000
1926	E. U. A.	1.044.000	5.301.000
1927	»	1.226.000	6.513.000

TABLEAU N° XI

Récolte moyenne du coton en cantars par feddan

Année	Région du Nahalat Mussa	Région Al-Santab
1920	4.44	4.44
1921	4.24	4.25
1922	3.80	4.29
1923	3.25	4.07
1924	4.45	4.59
1925	4.11	4.85

TABLEAU N° XII
Récolte moyenne d'un feddan

Année	Coton par Cantars	Orge par Cantars	Doura par Ardebs
1923—1924	4.49	5.91	6.64
1924—1925	4.42	6.95	7.87
1925—1926	4.65	6.51	8.00

TABLEAU N° XIII
Récolte moyenne du coton en province (Menoufia)

Année	Surface moyenne annuelle	Récolte moyenne d'un Fed.	Moyenne de la récolte totale annuelle en Cantars
1911—1915	65.366	4.38	285.979
1916—1920	110.930	4.14	459.434
1921—1925	910.782	3.84	352.830

TABLEAU N° XIV
Récolte moyenne du coton

Année	La surface totale de Sakalaridis en Fedd.	La Récolte moyenne en Feddans	Récolte totale en Cantars
1920	171.000	3.62	438.003
1921	99.964	3.99	399.018
1922	125.318	3.83	480.029
1923	108.970	4.15	452.727
1924	47.748	3.45	164.731
1925	76.909	3.48	267.643
1926	49.203	2.94	144.804

TABLEAU N° XV
Population de la province Menoufia

Année	Recensement
1882	646.000
1897	864.000
1907	971.000
1917	1.073.000
1927	1.111.000

TABLEAU N° XVI

Année	Consommation		Consommation moyennes (de textiles) en Millièmes*
	moyenne en grammes par personne		
	Tabac	Café	
1895—1899	557	418	165
1900—1904	650	527	231
1905—1909	755	703	277
1910—1914	717	547	205
1915—1919	578	584	641
1920—1924	591	753	782

TABLEAU N° XVII

Province ou Gouvernement	Augmentation proportionnelle des immigrants de 1907—1917	Augmenta- tion propor- tionnelle des immigrants de 1917-1927
	‰	‰
Le Caire	16,9	34,00
Alexandrie	24,5	28,3
Al-Kanal	48,5	46,8
Damiette	5,6	12,4
Suès	68,9	26,4
Al-Bouheira	17,1	9,2
Al-Dakahlia	12,6	9,2
Al-Menoufia	10,5	2,8
Al-Gahrbia	11,8	7,7
Al-Sharkia	11,6	6,0
Al-Kaliubia	13,9	5,4
Al-Giuzza	19,4	12,5
Al-Feum	15,0	8,9
Beni Sueff	21,6	11,9
Al-Minia	16,9	9,6
Assiut	11,9	9,8
Girga	8,9	11,7
Quina	8,9	6,9
Assuan	8,8	5,2

* L. ég. = 1000 Millièmes

TABLEAU N° XVIII

Année	Nombre des fonctionnaires et employés temporaires	Nombre du personnel rétribué à la journée	Salaires totaux des fonctionnaires et des employés rétribués à la journée en Livres égyptiennes.
1914	14.151	38.392	5.974.277
1925	36.646	111.739	13.500.415

TABLEAU N° XIX

Consommation annuelle de produits manufacturés de coton en Egypte

Année	Poids en Kg.	Prix en L. ég.	Longueur en mètres	Valeur en L. ég.
1926	22.734.000	5.373.000	14.358.000	613.000
1927	29.844.000	6.243.000	19.549.000	739.000

$$1926 = 5.373.000 + 613.000 = 5.986.000 \text{ L. ég.}$$

$$1927 = 6.243.000 + 739.000 = 6.982.000 \text{ L. ég.}$$

TABLEAU N° XX

Consommation annuelle de produits manufacturés de laine en Egypte

Année	Quantité en Kg.	Prix en L. ég.	Quantité en mètres	Valeur en L. ég.
1926	21.000	26.000	2.531.000	989.000
1927	12.000	18.000	2.083.000	829.000

$$1926 = 26.000 + 989.000 = 1.015.000 \text{ L. ég.}$$

$$1927 = 18.000 + 829.000 = 847.000 \text{ L. ég.}$$

TABLEAU N° XXI

Importation de fruits

(en L. ég.)

Année	Prix des fruits secs	Prix des fruits frais
1926	465.000	435.000
1927	469.000	396.000

$$1926 = 465.000 + 435.000 = 900.000 \text{ L. ég.}$$

$$1927 = 469.000 + 396.000 = 865.000 \text{ L. ég.}$$

TABLEAU N° XXII

Importation de verre de 1884—1929

(en L. ég.)

Année	Verre à vitres ¹		Miroirs ²	Autres produits de verrerie ³
	Caisses	Prix		
1884	13.707	10.132	3.417	30.449
1885	11.545	8.348	5.375	41.162
1886	16.138	10.249	5.143	32.173
1887	19.366	11.553	4.779	23.718
1888	15.947	8.184	4.382	29.032
1889	9.613	5.018	3.395	26.433
1890	17.086	8.713	4.296	29.655
1891	18.740	9.428	5.518	37.355
1892	15.159	7.321	4.491	34.955
1893	18.018	8.623	6.295	37.494
1894	28.021	11.515	2.578	41.810
1895	17.416	8.025	3.849	37.866
1896	21.902	9.152	5.096	46.417
1897	28.864	12.161	6.504	62.863
1898	20.451	8.866	5.504	47.530
1899	32.245	17.990	6.769	50.891
1900	21.892	15.526	9.570	88.510
1901	30.109	21.705	13.183	79.093
1902	32.151	22.878	13.124	82.535
1903	38.879	24.631	17.539	93.452
1904	32.194	21.830	25.170	106.721
1905	33.181	23.208	16.945	100.362

Provenance:

1. Belgique.
2. France et Belgique.
3. Allemagne, Autriche, Hongrie, Belgique, France, Italie.

TABLEAU N° XXII (Suite)

Articles.	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Verre à Vitres	47,052	32,926	38,082	26,688	25,116	34,816	31,165	39,709	26,265	8,921	41,059	17,808	11,590
Glaces et Miroirs	29,129	36,747	22,516	24,726	29,661	38,309	32,452	30,809	17,765	6,131	19,959	16,357	24,616
Autres Travaux en verre ou en cristal	113,071	146,985	120,017	109,758	119,003	199,532	108,573	114,123	89,438	59,633	117,287	116,832	327,880
Total en L. éç.	189,252	216,658	175,615	161,122	173,780	212,688	172,547	184,284	133,468	74,685	178,285	150,997	364,086
Verres à Vitres	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929		
Verre à glaces et miroirs	39,995	115,012	49,587	58,747	65,353	78,338	63,157	67,596	53,917	50,310	81,003		
Petits miroirs	8,707	64,543	67,803	102,417	72,976	92,093	82,553	84,240	66,626	66,057	73,318		
Cylindres à lampes de pétrole	6,932	12,142	4,408	5,830	2,685	5,282	4,944	4,162	2,708	3,669	3,042		
Bouteilles	65,236	141,828	38,669	30,882	37,800	43,190	31,192	54,871	33,299	46,273	54,335		
Verres à eau et Gobe-lettiere	10,562	40,035	28,608	27,357	24,224	32,018	38,538	40,367	21,980	32,978	31,256		
Bracelets en verre	49,281	207,677	72,032	100,652	106,126	69,430	78,198	80,407	65,155	53,842	63,240		
Autres travaux en verre ou en cristal	28,651	124,966	73,543	78,666	94,813	128,736	126,332	90,949	68,154	81,458	75,490		
Total en L. éç.	21,683	40,023	31,606	31,018	23,402	62,282	59,949	57,702	51,858	60,554	71,506		
	231,017	746,276	366,266	435,569	417,379	511,869	484,863	480,294	363,697	395,141	453,790		

TABLEAU N° XXIII

(d'après «Der praktische Glasschmelzer» Dresden 1928).

1. Verre à gobelets
2. Verre doré aux bords
3. Bon verre blanc pour bols à punch etc.

Matières premières	1	2	3
Sable	100 Kg	100 Kg	100 Kg
Soude	33 »	28 »	33 »
Potasse	3 »	5 »	10 »
Salpêtre	1 »	2 »	2 »
Sulfate	1 »		
Marbre pulvérisé	15 »	18 »	18 »
Carbonate de Baryte			5 »
Borax			6 »
Protoxyde de nickel	3 g		
Sélénite de sodium	1 g		
Peroxyde de manganèse		0.3 »	

TABLEAU N° XXIV

(d'après «Der praktische Glasschmelzer Dresden» 1928).

4. Cristal lourd à plomb
5. Cristal lourd de Bohême
6. Cristal américain pressé à plomb

Matières premières	4	5	6
Sable	100 Kg	100 Kg	100 Kg
Potasse	23 »	30 »	45 »
Salpêtre de potasse	5 »	5 »	
Salpêtre à natron			5 »
Minium	70 »	55 »	100 »
Borax	4 »		
Acide borique			3 »

TABLEAU N° XXV

(d'après «Der praktische Glasschmelzer» Dresden 1928).

7. Ampoules électriques et tubes

8. Ampoules électriques

Matières premières	7 I	7 II	8
Sable	100 Kg	100 Kg	100 Kg
Soude	18 »	20 »	12 »
Potasse	16 »	20 »	21 »
Salpêtre	3 »		4 »
Marbre pulvérisé	5 »	7 »	7 »
Carbonate de baryte	8 »	7 »	5 »
Minium	30 »	21 »	35 »
Hydrate d'alumine			1 »
Peroxyde de manganèse			0,1 »
Protoxyde de nickel			2 g

TABLEAU N° XXVI

(d'après «Der praktische Glasschmelzer» Dresden 1928).

9. Verre normal à bouteilles (Moyenne des analyses d'un grand nombre de bons verres)

10. Flacons blancs à médicaments

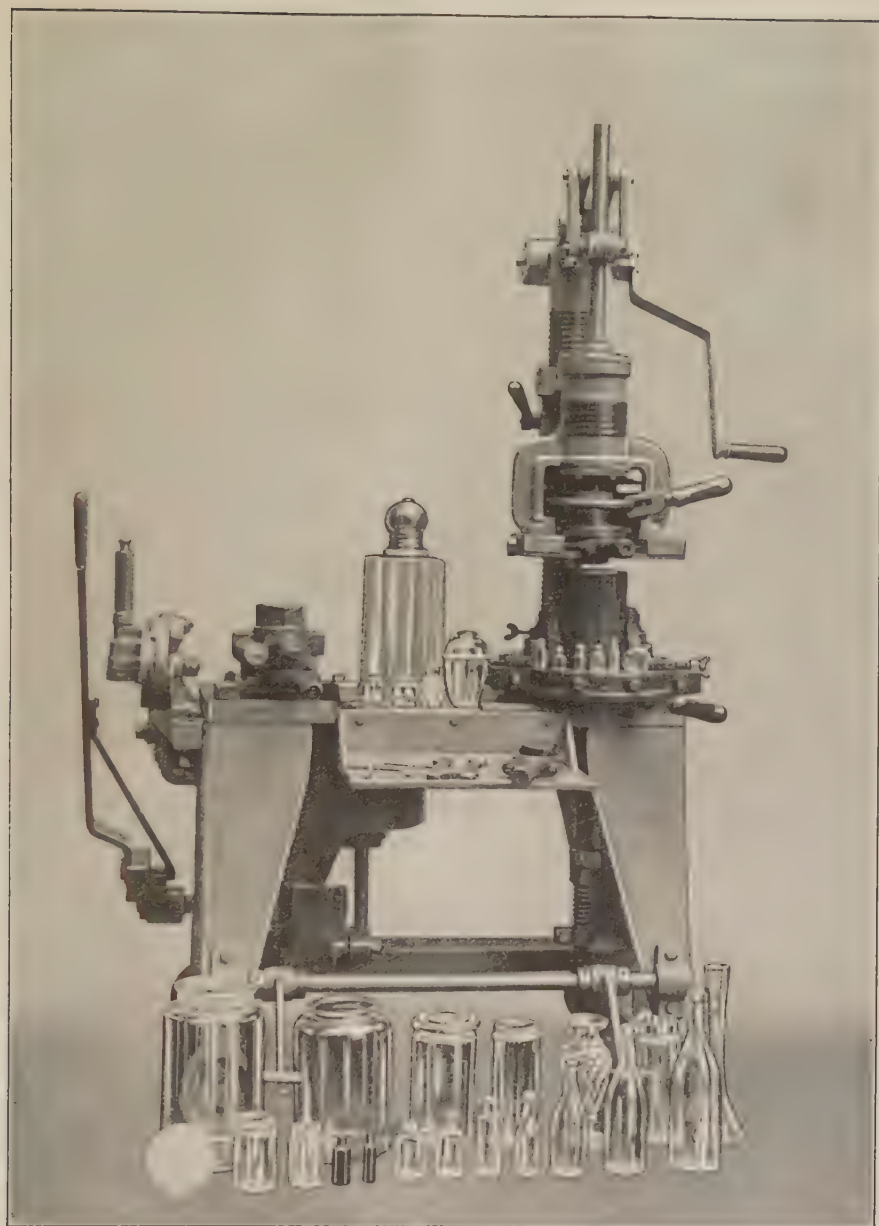
Matières premières	9	10 I	10 II
Sable	Kg	100 Kg	100 Kg
Sable au Kaolin	100 »		
Soude		32 »	18 »
Potasse			15 »
Salpêtre		2 »	2,5 »
Sulfate	40 »		
ou Soude	30 »		
Marbre pulvérisé	34 »	24 »	23 »
Oxyde de Zinc			10 »
Arsenic		0,5 »	
Poudre de charbon	2,5 »		
Peroxyde de manganèse		0,25 »	0,25 »

TABLEAU N° XXVII

Monnaies, poids et mesures égyptiens*)	Equivalences	Observations
(£ E.) Livre égyptienne de 100 piastres.	25.92 or ou 127 francs français papier.	La piastre équivalent au pair à 1,27 monnaie franç. actuelle.
Talari = 1/5 de £ E. = 20 piastres.		Le talari équivalent à or fr. 25.40.
(Can.) Cantar de 100 rotolis ou de 36 okes pour coton fibre ou coton égrené.	44.928 kg.	Le cantar de coton brut ou avec graine 315 rotolis = 113.45 k qui égrené donne en moyenne 100 rotolis fibre ou 45 kg.
(Ar.) Ardeb, mesure de capacité pour les céréales (blé, orge, maïs, etc.)	198 litres.	Le poids moyen d'un ardeb de blé est de 150 k. — Le poids moyen d'un ardeb de maïs est de 140 k. Le poids moyen d'un ardeb d'orge est de 120 k. Le poids moyen d'un ardeb de fèves est de 155 kg.
Dariba, mesure de capacité pour le riz non décortiqué.	1.584 litres ou 15.84 hect.	Le poids moyen d'une dariba de riz non décortiqué est de 934.5 k.
(Fd) Feddan, mesure agraire de superficie subdivisée en 24 kirats.	4 200.833 mètres carrés ou 42 ares.	

*) Extrait de la Revue Economique internationale, Bruxelles, no. 3/1929, article de M. S. Avigdor, Chef des Services de l'Inspection au Crédit foncier Egyptien sur «l'Egypte Agricole».

TABLEAU No. XXVIII.



Schiller Glasmaschinen-Industrie, G. m. b. H., Berlin W. 30, Nollendorfstr. 13/14.

Machine à souffler universelle, Modèle B. 1. a.

Système Schiller.

La machine à souffler universelle système Schiller sert à fabriquer tous les vases se trouvant dans le commerce

à col étroit et à col large

tels que bouteilles, flacons de pharmacie et autres, bocalux en tous genres, mielliers, conserves, globes à vis, verres de lanternes, etc., en un mot presque tous les objets de cette catégorie.

La machine est surtout caractérisée par le fait que sa mise en travail ne nécessite

aucune installation d'air comprimé.

Elle fonctionne sans aucune machine auxiliaire, est complète en elle-même et peut être placée à un endroit quelconque du four à pots ou à bassin sans installation préalable.

Le maniement de la machine est simple, les quelques tours de mains dont on doit disposer pour s'en servir, s'apprennent en quelques heures par tout manœuvre, de telle sorte qu'elle est

absolument indépendante des verriers de métier.

La machine à souffler universelle Schiller travaille le verre ordinaire que l'on emploie pour le soufflage manuel, et ne nécessite

pas de composition spéciale de verre.

Ceci étant donné, on peut parfaitement réunir à un seul et même four le travail à la machine et le travail manuel ordinaire. Le rendement de la machine Schiller à l'heure est

d'environ 150 à 170 bouteilles de grandeur moyenne

ou bien de 120 à 140 bocalux et articles similaires de la contenance d'un litre.

Le rendement de deux machines avec un seul cueilleur est le suivant:

Contenance	2 litres environ	Pièces à col large	Bouteilles, ou flacons
"	1 1/2 "	260	—
"	1 "	280	—
"	3/4 "	300	250
"	1/2 "	325	280
"	1/4 "	360	300
"	1/8 "	400	350
"	1/8 "	450	380

à l'heure

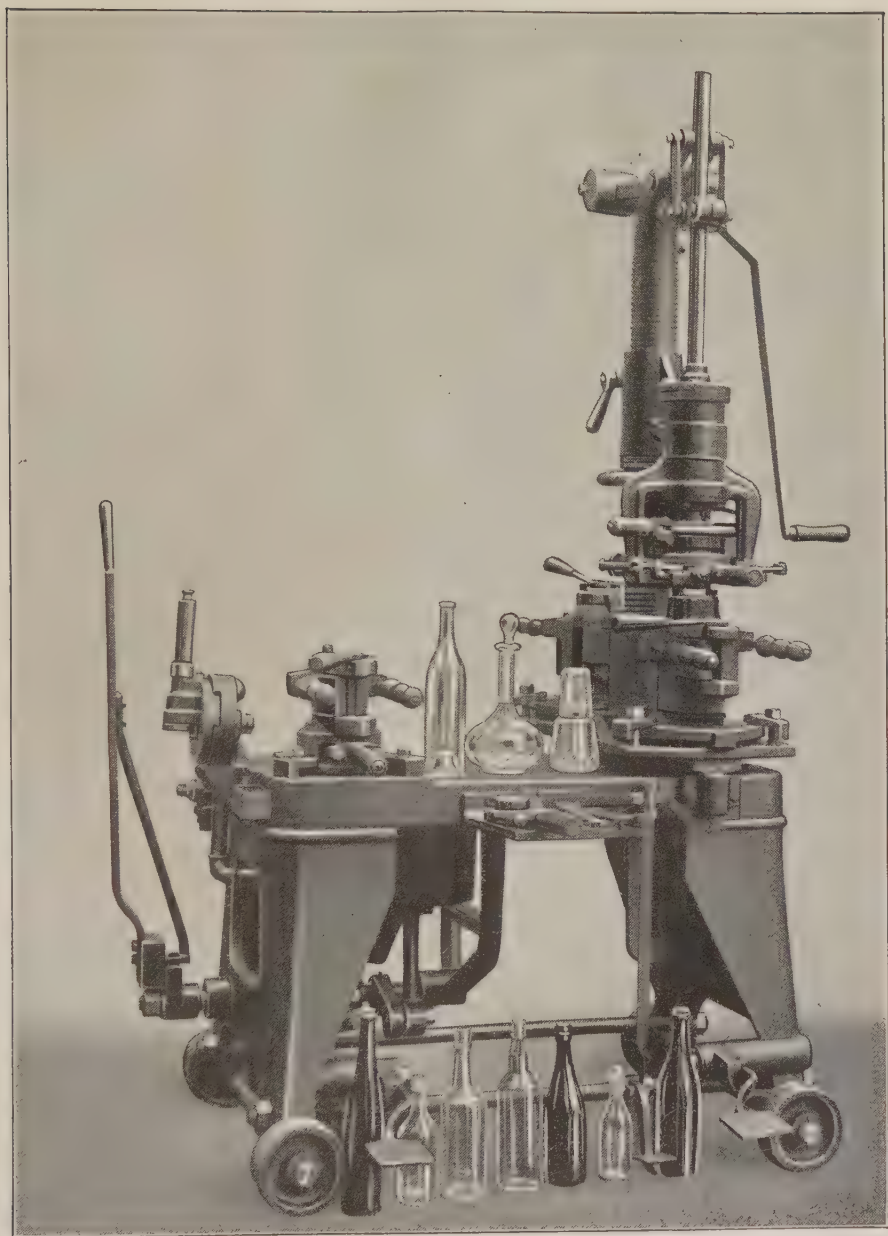
à l'heure

Ces chiffres moyens sont basés sur de nombreuses années de pratique et peuvent être vérifiés dans nos livres de fabrication de notre verrerie.

Il faut pour le service de la machine hors du cueilleur qui donne le verre au moule de paraison un machiniste ou ouvrier qui fait le paraison et un gamin qui fait le soufflage. En cas que deux machines font la même sorte de bouteilles, il ne faut qu'un seul cueilleur comme la pratique l'a prouvé.

Les machines Schiller, modèles 1929/30 ne sont pas seulement construites pour être actionnées à la main, mais elles peuvent être mises en mouvement par un compresseur mécanique, afin de leur assurer une marche continuée.

TABLEAU No. XXIX.



Schiller Glasmaschinen-Industrie, G. m. b. H., Berlin W. 30, Nollendorfstr. 13/14.

Machine à souffleur les bouteilles Schiller

Modèle B. 2.

Cette machine peut fabriquer tous les formats et modèles de flacons et bouteilles, soit en verre blanc ou en verre de couleur, que l'on trouve habituellement dans le commerce.

Elle ne nécessite aucune installation d'air comprimé, car elle porte elle-même les appareils de soufflerie nécessaire à son travail.

On la place ou l'on veut dans l'usine et on peut s'en servir de suite, sans la moindre installation préalable. Elle prend très peu de place et ne dérange en aucune façon le travail habituel.

Les manœuvres en sont extrêmement simples, et il suffit de quelques heures pour qu'un ouvrier quelconque, pris au hasard, devienne habile à la faire bien fonctionner. Ceci rend les maîtres de verreries absolument indépendants de la main-d'œuvre de plus en plus exigeante.

Avec cette machine, on peut se servir du même verre que celui employé pour le travail habituel, c'est-à-dire et il faut insister sur ce point essentiel qu'il n'est pas besoin d'améliorer la qualité, le point de fusion, etc., et que l'on peut, à un même four, faire en même temps la fabrication à la main et à la machine.

La machine Schiller, Modèle B II produit en une heure 180 à 200 bouteilles ou flacons d'une contenance moyenne (500 gr.)

Les principaux avantages indiqués ci-dessus et le fait que les articles obtenus sont d'une qualité irréprochable, justifient la généralisation rapide de l'utilisation de cette machine qui, déjà, fonctionne dans plus de 100 verreries réparties dans tous les pays du monde.

OUVRAGES CONSULTÉS

- Dr. H. A. Riffai. — *Résumé de la science économique*. Le Caire, 1928.
- Alahram-Journal. — *Rapports économiques au cabinet pour l'année 1928/29*. 1er, 2, 3 février.
- Annuaire de la Société royale d'agriculture*. Le Caire, 1909.
- Kararah Mohammed Abd-el-Halim. — *Das Finanzwesen Aegyptens*. Göttingen, 1924.
- Ministère d'Agriculture. — *Rapports du Département de statistiques*. — Le Caire, 1926.
- Dr Bahri Nessouhy. — *L'Egypte Industrielle*, décembre 1925.
- Journal Officiel. — *Lois concernant l'exploitation tripartite*. Le Caire.
- Herodot. — *Histoire*.
- Hasabo Mohammed Bey. — *Lettre et rapport au Ministère des Finances concernant la Verrerie à Alexandrie*. Alexandrie, 1928.
- Dr H. D. Baroudy. — *Rapports d'analyse*. Le Caire, 1908.
- Jacob Artin Pacha. — *Six lampions ornés arabes*. Le Caire.
- Dictionnaire Larousse. — *Verre*. Paris, 1922.
- Brockhaus Lexikon. — *Glas*. Leipzig, 1895.
- Meyer Lexikon. — *Glas*. Berlin, 1928.
- Königsmuseum Berlin. — *Kataloge der Münzen*. Berlin.
- Robert Dralle. — *Die Glasfabrikation*. Herausgegeben von Dr. G. Keppler, Hannover, Oldenburg. Verlag München und Berlin, 1926.
- A. Sauzay. — *La verrerie*. Paris, 1876.

- E. Gentil. — *La fabrication mécanique et automatique de la verrerie*. Dunod, Paris.
- H. Vigreux. — *Le soufflage des verres dans les laboratoires scientifiques et industriels*. Dunod, Paris.
- Ernst Zaugg. — *Die schweizerische Glasindustrie*. Dissertation, Zürich, 1922.
- Alexandria general produce association. — *Bulletin Hebdomadaire*.
- C. J. Stahl. — *Die Glasdruckerei*. Dresden, 1926.
- R. Hohlbaum. — *Technologie des Tafel- und Hohlglases*. Wien, 1910.
- Dr. Hugo Kühl. — *Das gegen schroffen Temperaturwechsel, mechanische Einwirkungen und chemische Einflüsse widerstandsfähige Glas*. Dresden, 1927.
- Prof. Dr. Robert Zahn. — *Die Sammlung Schiller in Berlin-Schöneberg*. Berlin, 1925.
- Ed. Garnier. — *Histoire du verre*. Paris.
- Rich. Schneider. — *Neuzeitliche Flaschenglasfabrik*. Dresden, 1924.
- Rich. Schneider. — *Glaserzeuger und Ofen-Anlagen der Glasindustrie*. Dresden.
- J. Wilbois et A. Letixerant. — *Comment faire vivre une entreprise ?* Paris, 1928.
- J. Wilbois. — *Le chef d'entreprise, sa fonction et sa personne*. Paris, 1926.
- G. Crespín et J. Wilbois. — *La direction des ateliers et des bureaux*. Paris, 1927.

REVUES :

- Le Verre*, Revue mensuelle des industries et du commerce du verre, septembre 1927. Bruxelles.
- Céramique et Verrerie*, Revue mensuelle technique, artistique, économique. Paris, Editions J. Hogrel.
- Sprechsaal für Keramik, Glas- und verwandte Industrien*. Fach- und Wirtschaftsblatt 1., 2. und 3. Messnummer Juli und August. Coburg, 1928.
- Die Glashütte*, Zeitschrift für die gesamte Glasindustrie, 15. Oktober 1928. Dresden 1928.

